

## 明 細 書

### バランス型弾性表面波フィルタ

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタに関し、より詳細には、IDTが狭ピッチ電極指部を有し、かつ入出力インピーダンスの比が特定の値とされているバランス型弾性表面波フィルタに関する。

#### 背景技術

- [0002] 従来、携帯電話機などの通信機器において、平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタが広く用いられている。例えば、下記の特許文献1には、図26に示すバランス型弾性表面波フィルタが開示されている。
- [0003] 図26に示すバランス型弾性表面波フィルタ501では、不平衡入力端子502に、縦結合共振子型表面波フィルタ部503、504が接続されている。表面波フィルタ部503、504は、それぞれ、表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDT(インターデジタルトランスデューサ)503a～503c及び504a～504cを有する。中央の第2のIDT503b、504bが、不平衡入力端子502に電氣的に接続されている。そして、表面波伝搬方向において、IDT503bの両側に配置された第1、第3のIDT503a、503cが、第1の平衡出力端子505に電氣的に接続されている。他方、弾性表面波フィルタ部504の中央のIDT504bの両側に配置されている第1、第3のIDT504a、504cが第2の平衡出力端子506に電氣的に接続されている。
- [0004] バランス型弾性表面波フィルタ501では、不平衡入力端子502側の入力インピーダンスが $50^{\circ}$ とされており、第1、第2の平衡出力端子505、506側の特性インピーダンスは $150^{\circ}$ とされている。すなわち、入出力のインピーダンス比は1:3とされている。これは、バランス型弾性表面波フィルタ501の入力端にはアンテナが接続されるため、通常 $50^{\circ}$ とされていたのに対し、出力側に接続されるICの入力インピーダンスは $150^{\circ}$ であったことによる。
- [0005] 他方、下記の特許文献2、3には、それぞれ、特許文献1に記載のバランス型弾性表面波フィルタと同様に、平衡－不平衡変換機能を有する但し、電極構造は異なる



バランス型弾性表面波フィルタが開示されている。特許文献2,3に記載のバランス型弾性表面波フィルタにおいても、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比は、1:3 ~1:4と程度とされていた。

[0006] 他方、近年、この種のバランス型弾性表面波フィルタの出力側に接続されるICとして、入力インピーダンスが100 $\Omega$ 程度の平衡型ミキサーICが市販されている。このようなICに対応するには、該ICに接続されるバランス型弾性表面波フィルタの出力インピーダンスは100 $\Omega$ とすることが求められている。また、入力端子側のインピーダンスを50 $\Omega$ とする場合には、弾性表面波フィルタの入出力インピーダンス比は1:2とすることが求められている。

下記の特許文献4には、平衡-不平衡変換機能を有し、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比が1:2とされたバランス型弾性表面波フィルタが開示されている。図27は、特許文献4に記載のバランス型弾性表面波フィルタの電極構造を示す平面図である。バランス型弾性表面波フィルタ601では、不平衡入力端子602に、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部603, 604が接続されている。縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部603, 604は、それぞれ、表面波伝搬方向に配置された第1~第3のIDT603a~603c, 604a~604cを有する。中央の第2のIDT603b, 604bが、それぞれ、不平衡入力端子602に電氣的に接続されている。IDT603bの表面波伝搬方向両側に位置する第1,第3のIDT603a, 603cは、第1の平衡出力端子605に電氣的に接続されている。同様に、弾性表面波フィルタ部604においてIDT604bの表面波伝搬方向両側に位置しているIDT604a, 604cが、第2の平衡出力端子606に電氣的に接続されている。

[0007] ここでは、IDT603a, 603bは、表面波伝搬方向においてギャップを隔てて隣り合っている部分近傍に、狭ピッチ電極指部Nを有する。すなわち、IDT603aのIDT603b近傍部分の電極指ピッチが、残りの部分に比べて電極指ピッチが狭くされている。この電極指ピッチが相対的に狭いIDT部分を、狭ピッチ電極指部Nという。同様に、IDT603bのIDT603a側端部近傍にも狭ピッチ電極指部Nが設けられている。さらに、IDT603b, 603c, IDT604a~604cにおいても、ギャップを隔てて隣り合っている部分近傍に、それぞれ狭ピッチ電極指部Nが設けられている。



[0008] そして、特許文献4に記載のバランス型弾性表面波フィルタ601では、不平衡側の $IDT_{603b}$ 、 $Q_{60b}$ と平衡側の $IDT_{603a}$ 、 $Q_{60c}$ 、 $Q_{60a}$ 、 $Q_{60c}$ とで電極指の対数比を異ならせることにより、入出力インピーダンス比が1:2とされ得る旨が記載されている。

特許文献1:特開2001-308672号公報

特許文献2:特開平6-204781号公報

特許文献3:特開平11-97966号公報

特許文献4:特開2004-48675号公報

### 発明の開示

[0009] 弾性表面波フィルタでは、IDTのインピーダンスは電極指交叉幅が大きくなるほど小さくなり、電極指の本数が多くなるほど小さくなる。図25に示した弾性表面波表面波フィルタ601では、例えば弾性表面波フィルタ部603における中央の $IDT_{603b}$ が不平衡入力端子602に接続されており、両側の $IDT_{603a}$ 、 $Q_{60c}$ が第1の平衡出力端子605に接続されている。

[0010] 従って、不平衡信号端子ー平衡信号端子のインピーダンス比を調整するために、 $IDT_{603b}$ の交叉幅と、 $IDT_{603a}$ 、 $Q_{60c}$ の交叉幅とを異ならせることはできない。よって、前述したように、不平衡側の $IDT_{603b}$ の電極指の対数と、平衡側の $IDT_{603a}$ 、 $Q_{60c}$ の電極指の対数とを異ならせることにより、入出力インピーダンス比が変化されている。例えば、第1の平衡出力端子605のインピーダンスは、平衡側 $IDT_{603a}$ の電極指の対数に依存した値となる。これは、平衡出力端子605に、 $IDT_{603a}$ 、 $Q_{60c}$ が並列接続されており、かつアース電位を介して平衡出力端子605と平衡出力端子605とが直列接続されていることによる。これに対して、不平衡端子602側のインピーダンスは、不平衡側 $IDT_{603b}$ の電極指の対数の1/2に相当した値となる。すなわち、平衡側 $IDT_{603a}$ の電極指の対数に対し、不平衡側 $IDT_{603b}$ の電極指の対数を1/2とすれば、不平衡信号端子ー平衡信号端子のインピーダンス比を1:2とすることができ。

[0011] しかしながら、不平衡側の $IDT_{603b}$ 、 $Q_{60b}$ の対数と、両側の $IDT_{603a}$ 、 $Q_{60c}$ 、 $Q_{60a}$ 、 $Q_{60c}$ の対数との比を変化させた場合、弾性表面波フィルタ601の通過帯域を得るための複数の共振モードの共振周波数に影響を与えると問題があった。従



って、対数比を大きく変えることはできなかった。また、不平衡側のIDTの対数比、平衡側のIDT 603a, 603cの対数よりもかなり少なくなるため、フィルタとしての十分な帯域幅を得ることができないという問題があった。

[0012] 加えて、電極指の対数比を変化させる方法では、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を正確に1:2とすることはできず、1:2からずれがちであった。

[0013] 本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解消し、平衡－不平衡変換機能を有し、帯域幅や損失などのフィルタ特性を劣化させることなく、通過帯域を得るための複数の共振モードのインピーダンス調整の自由度を高めることができ、従って不平衡信号端子－平衡信号端子のインピーダンス比を1:2などに容易にかつ正確に設定することができ、しかも十分な帯域幅を有する弾性表面波フィルタを提供することにある。

[0014] 本願の第1の発明は、不平衡端子と、第1,第2の平衡端子とに接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、前記圧電基板上において表面波伝搬方向に沿って配置された第1～第3のIDTを有し、中央の第2のIDTまたは両側の第1,第3のIDTが不平衡端子に接続されており、両側の第1,第3のIDTまたは中央の第2のIDTが第1の平衡端子に接続されている第1の弾性表面波フィルタ部と、前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTを有し、中央に配置された第2のIDTまたは両側の第1,第3のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1,第3のIDTまたは中央の第2のIDTが第2の平衡端子に接続されており、第1の弾性表面波フィルタ部とは入力信号に対する出力信号の位相が180度異なるように構成されている第2の弾性表面波フィルタ部とを備え、前記第1,第2の弾性表面波フィルタ部において、表面波伝搬方向にギャップを隔てて隣り合っている一対のIDTにおいて、ギャップに面している電極指を含む一部の電極指の周期が、IDTの主たる部分の電極指の周期よりも小さくされている狭ピッチ電極指部とされており、第1,第2の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、前記平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、第1,第2の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電



極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K_1$ 、前記平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K_2$ としたときに、

$$P_1 > P_2$$

$$1.12 \equiv K_1 / K_2 \equiv 1.65$$

とされていることを特徴とする。

- [0015] 第2の発明は、不平衡端子と、第1、第2の平衡端子とに接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、前記圧電基板上において表面波伝搬方向に沿って配置された第1～第3のIDTを有し、中央の第2のIDTまたは両側の第1、第3のIDTが不平衡端子に接続されており、両側の第1、第3のIDTまたは中央の第2のIDTが第1の平衡端子に接続されている第1の弾性表面波フィルタ部と、前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTを有し、中央に配置された第2のIDTまたは両側の第1、第3のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1、第3のIDTまたは中央の第2のIDTが第2の平衡端子に接続されており、第1の弾性表面波フィルタ部とは入力信号に対する出力信号の位相が180度異なるように構成されている第2の弾性表面波フィルタ部とを備え、前記第1、第2の弾性表面波フィルタ部において、表面波伝搬方向にギャップを隔てて隣り合っている一対のIDTにおいて、ギャップに面している電極指を含む一部の電極指の周期が、IDTの主たる部分の電極指の周期よりも小さくされている狭ピッチ電極指部とされており、第1、第2の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P_1$ 、前記平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P_2$ 、第1、第2の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K_1$ 、前記平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K_2$ 、前記第1、第2の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $K_{1n}$ 、前記平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $K_{2n}$ としたときに、

$$P_1 > P_2$$



$$K1n = K2n$$

$$1.12 \equiv K1/K2 \equiv 1.65$$

とされていることを特徴とする。

[0016] 第1,第2の発明に係るバランス型弾性表面波フィルタでは、好ましくは、第1,第2の弾性表面波フィルタ部におけるメタライゼーションレシオをd、電極指交叉幅をWとした時に、 $67.4\lambda_1 \equiv W/d \equiv 74.3\lambda_1$  (但し、 $\lambda_1$ はIDTの波長)とされている。

[0017] 本願の第3の発明は、平衡端子と、第1,第2の不平衡端子に接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、前記第2のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1,第3のIDTが第1,第2の平衡端子にそれぞれ接続されており、前記第1～第3のIDTが隣り合う部分において、各IDTは狭ピッチ電極指部を有し、該狭ピッチ電極指部の電極指ピッチは、狭ピッチ電極指が設けられているIDTの主たる電極指部の電極指ピッチよりも小さくされており、第1のIDTの位相が第3のIDTの位相に180度反転されており、前記中央に位置している第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、前記第1,第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、第2のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK1、第1,第3のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK2としたときに、

$$P1 > P2$$

$$1.12 \equiv K1/K2 \equiv 1.65$$

とされていることを特徴とする。

[0018] 第4の発明は、平衡端子と、第1,第2の不平衡端子に接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、前記第2のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1,第3のIDTが第1,第2の平衡端子にそれぞれ接続されており、前記第1～第3のIDTが隣り合う部分において、各IDTは狭ピッチ電極指部を有し、該狭ピッチ電極指部の電極指ピッチは、狭ピッチ電極指が設けられているIDTの主たる電極指部の電極指ピッチよりも小さくされており、



第1のIDTの位相が第3のIDTの位相に180度反転されており、前記中央に位置している第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P1$ 、前記第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P2$ 、第2のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K1$ 、第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K2$ 、第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $K1n$ 、第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $K2n$ としたときに、

$$P1/P2$$

$$K1n=K2n$$

$$1.12 \equiv K1/K2 \equiv 1.65$$

とされていることを特徴とする。

[0019] 第3、第4の発明のバランス型弾性表面波フィルタでは、好ましくは、第1～第3のIDTのメタライゼーションレシオを $d$ 、電極指交叉幅を $W$ とした時に、 $134.8 \mu m \equiv W/d \equiv 148.6 \mu m$  (但し、 $\mu m$ はIDTの波長)とされている。

[0020] 第5の発明は、不平衡端子と、第1、第2の平衡端子とに接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、表面波伝搬方向両側に位置する第1、第3のIDTが、前記不平衡端子に接続されており、前記第2のIDTが、表面波伝搬方向に分割された第1、第2のIDT部を有し、第1、第2のIDT部がそれぞれ第1、第2の平衡信号端子に電氣的に接続されており、不平衡端子から第1の平衡信号端子に流れる信号の位相が、不平衡端子から第2の平衡信号端子に流れる位相と180度反転されるように第1～第3のIDTが構成されており、前記第1～第3のIDTがギャップを隔てて表面波伝搬方向において隣り合う部分において、該ギャップ近傍の複数本の電極指が相対的にピッチが狭い狭ピッチ電極指部とされており、前記不平衡信号端子に接続されている第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P1$ 、第1、第2の平衡信号端子に第1、第2のIDT部が接続されている第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P2$ 、第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K1$ 、第2のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K2$ としたときに、



$$P1 > P2$$

$$1.12 \equiv K1 / K2 \equiv 1.65$$

とされていることを特徴とする。

[0021] 第6の発明は、不平衡端子と、第1、第2の平衡端子とに接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、表面波伝搬方向両側に位置する第1、第3のIDTが、前記不平衡端子に接続されており、前記第2のIDTが、表面波伝搬方向に分割された第1、第2のIDT部を有し、第1、第2のIDT部がそれぞれ第1、第2の平衡信号端子に電氣的に接続されており、不平衡端子から第1の平衡信号端子に流れる信号の位相が、不平衡端子から第2の平衡信号端子に流れる位相と180度反転されるように第1～第3のIDTが構成されており、前記第1～第3のIDTがギャップを隔てて表面波伝搬方向において隣り合う部分において、該ギャップ近傍の複数本の電極指が相対的にピッチが狭い狭ピッチ電極指部とされており、前記不平衡信号端子に接続されている第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、第1、第2の平衡信号端子に第1、第2のIDT部が接続されている第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK1、第2のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK2、第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数をK1n、第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数をK2nとしたときに、

$$P1 > P2$$

$$K1n = K2n$$

$$1.12 \equiv K1 / K2 \equiv 1.65$$

とされていることを特徴とする。

第5、第6の発明に係るバランス型弾性表面波フィルタでは、好ましくは、第1～第3のIDTのメタライゼーションレシオをd、電極指交叉幅をWとした時に、 $134.8 \lambda \equiv W / d \equiv 148.6 \lambda$  (但し、 $\lambda$ はIDTの波長)とされている。

[0022] 本願の第7の発明は、不平衡端子と、第1、第2の平衡端子とに接続される平衡－



不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、前記圧電基板上において表面波伝搬方向に沿って配置された第1～第3のIDTを有し、中央の第2のIDTまたは両側の第1,第3のIDTが不平衡端子に接続されており、両側の第1,第3のIDTまたは中央の第2のIDTが第1の平衡端子に接続されている第1の表面波フィルタ部と、前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTを有し、中央に配置された第2のIDTまたは両側の第1,第3のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1,第3のIDTまたは中央の第2のIDTが第2の平衡端子に接続されており、第1の弾性表面波フィルタ部とは入力信号に対する出力信号の位相が180度異なるように構成されている第2の弾性表面波フィルタ部とを備え、前記第1,第2の弾性表面波フィルタ部において、表面波伝搬方向にギャップを隔てて隣り合っている一対のIDTにおいて、ギャップに面している電極指を含む一部の電極指の周期が、IDTの主たる部分の電極指の周期よりも小さくされている狭ピッチ電極指部とされており、第1,第2の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数をN1、前記第1,第2の平衡端子にそれぞれ接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数をN2としたときに、

$$P1 \neq P2$$

$$N1 < N2$$

とされていることを特徴とする。

- [0023] 第8の発明では、平衡端子と、第1,第2の不平衡端子に接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、前記第2のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1,第3のIDTが第1,第2の平衡端子にそれぞれ接続されており、前記第1～第3のIDTが隣り合う部分において、各IDTは狭ピッチ電極指部を有し、該狭ピッチ電極指部の電極指ピッチは、狭ピッチ電極指が設けられているIDTの主たる電極指部の電極指ピッチよりも小さくされており、第1のIDTの位相が第3のIDTの位相に180度反転されており、前記不平衡端子に



接続されている第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数をN1、前記第1、第2の平衡端子にそれぞれ接続されている前記第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数をN2としたときに、

$$P1 \neq P2$$

$$N1 < N2$$

とされていることを特徴とする。

- [0024] 第9の発明は、不平衡端子と、第1、第2の平衡端子とに接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、表面波伝搬方向両側に位置する第1、第3のIDTが、前記不平衡端子に接続されており、前記第2のIDTが、表面波伝搬方向に分割された第1、第2のIDT部を有し、第1、第2のIDT部がそれぞれ第1、第2の平衡信号端子に電氣的に接続されており、不平衡端子から第1の平衡信号端子に流れる信号の位相が、不平衡端子から第2の平衡信号端子に流れる位相と180度反転されるように第1～第3のIDTが構成されており、前記第1～第3のIDTがギャップを隔てて表面波伝搬方向に隣り合っている部分において、第1～第3のIDTがギャップに近接する部分に狭ピッチ電極指部を有し、不平衡信号端子に接続されている第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数をN1、前記第1、第2の平衡信号端子にそれぞれ第1、第2のIDT部が接続されている第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数をN2としたときに、

$$P1 \neq P2$$

$$N1 < N2$$

とされていることを特徴とする。

- [0025] 第7～第9の発明においては、好ましくは、 $P1 < P2$ とされる。

- [0026] 第1、第2の発明に係るバランス型弾性表面波フィルタでは、中央の第2のIDTまたは両側の第1、第3のIDTが不平衡端子に接続された第1、第2の弾性表面波フィルタ部が設けられており、第1の弾性表面波フィルタ部の第1、第3のIDTまたは第2のIDT



DTが第1の平衡端子に、第2の弾性表面波フィルタ部の第1、第3のIDTまたは第2のIDTが第2の平衡端子に接続されており、第1の弾性表面波フィルタ部と第2の弾性表面波フィルタ部の出力信号の位相が180度異なるように構成されている。従って、平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタが構成されている。

[0027] そして、第1、第2の弾性表面波フィルタ部において、ギャップを隔てて隣り合っている一対のIDTは、ギャップに面している電極指を含む一部の電極指の周期が、IDTの主たる部分の電極指の周期よりも小さくされている狭ピッチ電極指部を有する。また、 $P1/P2$ 及び $1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$ とされているため、通過帯域内における挿入損失及びVSWRが小さく、十分な帯域幅を有する良好なフィルタ特性を得ることができるだけでなく、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を確実に1:2とすることが可能な弾性表面波フィルタを得ることができる。特に、IDTの電極指の本数だけでなく、狭ピッチ電極指部のピッチ比をも調整することにより、インピーダンス比を変化させることができるので、不平衡信号端子と平衡信号端子とのインピーダンス比を正確に1:2とすることが可能となる。

[0028] 特に、第2の発明では、 $K1n = K2n$ とされているため、狭ピッチ電極指部の設計が容易であり、かつIDTが隣り合っている部分の不連続性を緩和する効果をより一層高めることができる。

[0029] 第1、第2の発明において、 $67.4 \mu\text{m} \leq W/d \leq 74.3 \mu\text{m}$ とされている場合には、不平衡端子側のインピーダンスを50 $\Omega$ とし、平衡信号端子側のインピーダンスを確実に100 $\Omega$ とすることができ、入力インピーダンスが100 $\Omega$ のICに接続されるバランス型弾性表面波フィルタを容易に提供することができる。

[0030] 第3、4の発明に係るバランス型弾性表面波フィルタでは、不平衡端子に第2のIDTが接続されており、両側の第1、第3のIDTが第1、第2の平衡端子にそれぞれ接続されており、第1のIDTの位相が第3のIDTの位相に対して180度反転されているため、第1の発明と同様に、平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタが構成されている。そして、第1～第3のIDTは、狭ピッチ電極指部を有し、 $P1/P2$ 及び $1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$ とされているため、通過帯域内における挿入損失



及びVSWRが小さく、十分な帯域幅を有する良好なフィルタ特性を得ることができるだけでなく、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を確実に1:2とすることが可能な弾性表面波フィルタを得ることができる。特に、IDTの電極指の本数だけでなく、狭ピッチ電極指部のピッチ比をも調整することにより、インピーダンス比を変化させることができるので、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を正確に1:2とすることが可能となる。

[0031] 特に、第4の発明では、 $K_{1n} = K_{2n}$ とされているので、狭ピッチ電極指部を有するIDTの設計が容易となり、かつ狭ピッチ電極指部を設けたことによる、隣り合うIDTが隣り合っている部分の不連続性を緩和する効果を高めることができる。

[0032] 第3,第4の発明において、 $134.8 \mu\text{m} \equiv W/d \equiv 148.6 \mu\text{m}$ とされている場合には、不平衡端子側のインピーダンスを $50\Omega$ とし、平衡信号端子側のインピーダンスを確実に $100\Omega$ とすることができ、入力インピーダンスが $100\Omega$ のICに接続されるバランス型弾性表面波フィルタを容易に提供することができる。

[0033] 第5,第6の発明では、圧電基板上において、第1～第3のIDTが表面波伝搬方向に配置されており、第1,第3のIDTが不平衡端子に接続されており、第2のIDTが、表面波伝搬方向に分割された第1,第2のIDT部を有し、第1,第2のIDT部がそれぞれ第1,第2の平衡信号端子に接続されており、不平衡端子から第1の平衡端子に流れる信号の位相が、不平衡端子から第2の平衡信号端子に流れる位相と $180^\circ$ 度反転されているため、第1,第2の発明と同様に、平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタが構成されている。

[0034] そして、第3の発明においても、第1～第3のIDTが狭ピッチ電極指部を有し、 $P1/P2$ 及び $1.12 \equiv K1/K2 \equiv 1.65$ とされているため、通過帯域内における挿入損失及びVSWRが小さく、十分な帯域幅を有する十分なフィルタ特性を得ることができるだけでなく、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を1:2とすることが可能な弾性表面波フィルタを得ることができる。特に、IDTの電極指の本数だけでなく、狭ピッチ電極指部のピッチ比をも調整することにより、インピーダンス比を変化させることができるので、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を正確に1:2とすることができる。



- [0035] 特に、第6の発明では、 $K_{1n} = K_{2n}$ とされているので、狭ピッチ電極指部を有するIDTの設計が容易となり、かつ狭ピッチ電極指部Nを設けたことによる効果、すなわちIDTが隣り合っている部分の不連続性を緩和する効果をより一層高めることができる。
- [0036] 第5,6の発明において $134.8 \mu\text{m} \equiv W/d \equiv 148.6 \mu\text{m}$ とされている場合には、不平衡端子側のインピーダンスを $50^\circ$ とし、平衡信号端子側のインピーダンスを確実に $100^\circ$ とすることができ、入力インピーダンスが $100^\circ$ のICに接続されるバランス型弾性表面波フィルタを容易に提供することができる。
- [0037] 第7の発明では、圧電基板上に第1～第3のIDTを有する第1,第2の表面波フィルタ部が設けられており、第1,第2の表面波フィルタ部の中央の第2のIDTまたは両側の第1,第3のIDTが不平衡信号端子に接続されており、第1の表面波フィルタ部の第1,第3のIDTまたは第2のIDTが第1の平衡信号端子に、第2の弾性表面波フィルタ部の第1,第3のIDTまたは第2のIDTが第2の平衡信号端子に接続されており、表面波伝搬方向に隣り合っている一対のIDTが、ギャップに面している電極指を含む一部の電極指の周期が、IDTの主たる部分の電極指の周期よりも小さくされている狭ピッチ電極指部を有する、平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタにおいて、 $P1 \neq P2$ かつ $N1 < N2$ とされているため、各共振モードのインピーダンス調整の自由度を高めることができる。従って、フィルタ特性を損なうことなく、不平衡信号端子－平衡信号端子のインピーダンス比を1:2と設定することが容易となる。
- [0038] よって、通過帯域内における挿入損失及びVSWRが小さく、十分な帯域幅を有する十分なフィルタ特性を得ることができるだけでなく、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を1:2とすることが可能な弾性表面波フィルタを得ることができる。
- [0039] 特に、IDTの電極指の本数だけでなく、狭ピッチ電極指部のピッチ比をも調整することにより、インピーダンス比を変化することができるので、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を正確に1:2とすることが可能となる。
- [0040] 第8の発明では、圧電基板上に第1～第3のIDTが配置されており、第2のIDTが



不平衡信号端子に接続されており、両側の第1,第3のIDTが第1,第2の平衡信号端子に接続されており、第1～第3のIDTが狭ピッチ電極指部を有する平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタにおいて、 $P1 \neq P2$ かつ $N1 < N2$ とされているため、通過帯域内における挿入損失及びVSWRが小さく、十分な帯域幅を有する十分なフィルタ特性を得ることができるだけでなく、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を1:2とすることが可能な弾性表面波フィルタを得ることができる。

[0041] 特に、IDTの電極指の本数だけでなく、狭ピッチ電極指部のピッチ比をも調整することにより、インピーダンス比を変化させることができるので、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を正確に1:2とすることが可能となる。

[0042] 第9の発明では、圧電基板上に第1～第3のIDTが表面波伝搬方向に配置されており、第1,第3のIDTが不平衡信号端子に接続されており、第2のIDTが、第1,第2のIDT部に分割されており、第1,第2のIDT部がそれぞれ第1,第2の平衡信号端子に接続されており、第1～第3のIDTが狭ピッチ電極指部を有する平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタにおいて、 $P1 \neq P2$ かつ $N1 < N2$ とされているため、通過帯域内における挿入損失及びVSWRが小さく、十分な帯域幅を有する十分なフィルタ特性を得ることができるだけでなく、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を1:2とすることが可能な弾性表面波フィルタを得ることができる。

[0043] 特に、IDTの電極指の本数だけでなく、狭ピッチ電極指部のピッチ比をも調整することにより、インピーダンス比を変化させることができるので、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を正確に1:2とすることが可能となる。

[0044] 第7～第9の発明において、好ましくは、 $P1 < P2$ とされ、その場合には、通過帯域内のVSWRをより一層小さくすることができ、より一層良好なフィルタ特性を得ることができる。

#### 図面の簡単な説明

[0045] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係るバランス型弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図である。



[図2] 図2は、第1の実施形態の弾性表面波フィルタの減衰量－周波数特性を示す図である。

[図3] 図3は、第1の実施形態の弾性表面波フィルタのVSWR特性を示す図である。

[図4] 図4は、(a) 及び (b) は、第1の実施形態の弾性表面波フィルタのS1及びS2の各反射特性を示すスミスチャートである。

[図5] 図5は、比較のために用意した狭ピッチ電極指部の電極指ピッチが全て等しくされている弾性表面波フィルタの減衰量－周波数特性を示す図である。

[図6] 図6は、比較のために用意した狭ピッチ電極指部の電極指ピッチが全て等しくされている弾性表面波フィルタのVSWR－周波数特性を示す図である。

[図7] 図7は、(a) 及び (b) は、狭ピッチ電極指部の電極指の本数を全て等しくした比較のために用意した弾性表面波フィルタのS11及びS22の反射特性を示すスミスチャートである。

[図8] 図8は、(a) 及び (b) は、不平衡信号端子のインピーダンスを50 $\Omega$ 及び平衡信号端子のインピーダンスを150 $\Omega$ として設計された弾性表面波フィルタのS11及びS22の反射特性を示すスミスチャートである。

[図9] 図9は、(a) 及び (b) は、不平衡信号端子のインピーダンスを50 $\Omega$ 、平衡信号端子のインピーダンスを100 $\Omega$ とした場合のS11及びS22の反射特性を示すスミスチャートである。

[図10] 図10は、(a) 及び (b) は、弾性表面波フィルタの電極指交叉幅を51.0 $\mu$ mに変更した弾性表面波フィルタのS11及びS22側の反射特性を示す各スミスチャートである。

[図11] 図11は、(a) 及び (b) は、S11側のインピーダンスを高く、S22側のインピーダンスを低くするために、IDTの電極指を変更した場合のS11及びS22側の各反射特性を示すスミスチャートである。

[図12] 図12は、(a) 及び (b) は、IDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを0.444 $\mu$ mから0.438 $\mu$ mに変化した場合のS11側及びS22側の反射特性を示すスミスチャートである。

[図13] 図13は、(a) 及び (b) は、中央の第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチ



チを $0.444\lambda I$ から $0.454\lambda I$ に変更した場合の $S_{11}$ 及び $S_{22}$ 側の反射特性を示す各スミスチャートである。

[図14]図14は、バランス型弾性表面波フィルタにおいて現れる3つの共振モードを説明するための図である。

[図15]図15は、図14に示した各共振モードの有効電流分布を説明するための図であり、(a)はIDTの概略構成図、(b)はIDTの配置に対応した各共振モードを示す図である。

[図16]図16は、電極指交叉幅及びIDTの電極指部分の電極指の本数を変化させた場合のVSWRの変化を示す図である。

[図17]図17は、第2の実施形態の弾性表面波フィルタの減衰量－周波数特性を示す図である。

[図18]図18は、第2の実施形態の弾性表面波フィルタのVSWR特性を示す図である。

[図19]図19は、(a)及び(b)は、第2の実施形態の弾性表面波フィルタにおける $S_{11}$ 側及び $S_{22}$ 側における反射特性を示すスミスチャートである。

[図20]図20は、(a)及び(b)は、第2の実施形態の弾性表面波フィルタにおいて、平衡信号端子に接続されている狭ピッチ電極指部の電極指の本数を3本から5本に増加させた場合の $S_{11}$ 側及び $S_{22}$ 側における反射特性を示すスミスチャートである。

[図21]図21は、本発明の第3の実施形態に係る弾性表面波フィルタを示す模式的平面図である。

[図22]図22は、本発明の第4の実施形態に係る弾性表面波フィルタを示す模式的平面図である。

[図23]図23は、本発明の第5の実施形態に係る弾性表面波フィルタを示す模式的平面図である。

[図24]図24は、本発明の第6の実施形態に係る弾性表面波フィルタを示す模式的平面図である。

[図25]図25は、本発明の第7の実施形態に係る弾性表面波フィルタを示す模式的平面図である。



[図26]図26は、従来のバランス型弾性表面波フィルタの一例を示す模式的平面図である。

[図27]図27は、従来のバランス型弾性表面波フィルタの他の例を説明するための模式的平面図である。

### 符号の説明

- [0046] 1...バランス型弾性表面波フィルタ  
2...圧電基板  
3...不平衡入力端子  
4...第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部  
4a ~4c...第1 ~第3のIDT  
4d, 4e...反射器  
5...第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部  
5a ~5c...第1 ~第3のIDT  
5d, 5e...反射器  
6...1ポート型弾性表面波共振子  
7...第1の平衡出力端子  
8...1ポート型弾性表面波共振子  
9...第2の平衡出力端子  
21...バランス型弾性表面波フィルタ  
22...圧電基板  
23...不平衡入力端子  
24a ~24e...IDT  
24f, 24g...反射器  
25, 26...第1, 第2の平衡信号端子  
31...バランス型弾性表面波フィルタ  
32...圧電基板  
33...不平衡入力端子  
34, 35...弾性表面波フィルタ部



34a ~34e...IDT

34c1, 34c2 ...IDT分割部

34f, 34g...反射器

37, 39... 平衡 出力端子

41...弾性表面波フィルタ

42a ~42e...IDT

43... 不平衡入力端子

47, 49... 平衡 出力端子

50, 51...弾性表面波フィルタ

52a ~52e...IDT

52f, 52g...反射器

53... 不平衡入力端子

57, 59... 平衡 出力端子

70...弾性表面波フィルタ

N...狭トチ電極指部

### 発明を実施するための最良の形態

[0047] 以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

[0048] 図1は、本発明の第1の実施形態に係るバランス型弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図である。

[0049] バランス型弾性表面波フィルタ1では、圧電基板2上に、図示の電極構造が形成されている。

[0050] バランス型弾性表面波フィルタ1では、不平衡入力端子3に、第1、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部4、5が接続されている。

[0051] 第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部4は、表面波伝搬方向に沿って配置された3個のIDT4a ~4cと、IDT4a ~4cが配置されている領域の表面波伝搬方向両側に配置された反射器4d, 4eとを有する。第1 ~第3のIDT4a ~4cは、狭トチ電極指部Nを有する。すなわち、IDT4a, 4bを例にとると、IDT4a, 4bは、ギャップを



隔てて隣り合っている。IDT4a, 4bでは、該ギャップに面している電極指を含む複数の電極指のピッチが、当該IDT4a, 4bの残りの主体となる電極指部分に比べて電極指ピッチが狭くされている。この電極指ピッチが相対的に狭い電極指部が狭ピッチ電極指部Nである。

[0052] IDT4b, 4cが隣り合っている部分においても、IDT4b, 4cは、それぞれ、狭ピッチ電極指部Nを有する。狭ピッチ電極指部Nを設けることにより、ギャップを隔てて一対のIDTが隣り合う部分の不連続性が緩和され、かつIDT間のギャップを調整することにより、帯域幅の広いバンドパスフィルタを得ることが可能となる。このような狭ピッチ電極指部を設けたことによる効果は、例えば前述した特許文献4に記載のように従来より知られている。

[0053] 縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部5も、同様に第1～第3のIDT5a～5c及び反射器5d, 5eを有する。そして、IDT5a～5cもまた、狭ピッチ電極指部Nを有する。

[0054] 不平衡入力端子3には、弾性表面波フィルタ部4, 5の中央に位置している第2のIDT4b, 5bが電氣的に接続されている。IDT4b, 5bの他端はアース電位に接続されている。

[0055] 弾性表面波フィルタ部4において、第2のIDT4bの両側に位置している第1, 第3のIDT4a, 4cは、1ポート型弾性表面波共振子6を介して第1の平衡出力端子7に電氣的に接続されている。

[0056] 同様に、弾性表面波フィルタ部5においては、中央の第2のIDT5bが不平衡入力端子3に接続されている。IDT5bの両側に位置する第1, 第3のIDT5a, 5cが、1ポート型弾性表面波共振子8を介して第2の平衡出力端子9に電氣的に接続されている。第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部4と、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部5とは、入力信号に対する出力信号の位相が約180度異なっていることを除いては、全て同様とされている。

[0057] 上記のように、IDT5a, 5cは、第1の弾性表面波フィルタ部4におけるIDT4a, 4cと位相は180度反転されている。従って、第1の平衡出力端子7から取出される信号と、第2の平衡信号端子9から取出される信号の位相が180度反転されている。よって、本実施形態では、不平衡入力端子3と、第1, 第2の平衡出力端子7, 9とを有する



バランス型弾性表面波フィルタ1が構成されている。

[0058] 1ポート型弾性表面波共振子6,8は同じ電極構造を有するように構成されている。

[0059] 上記1ポート型弾性表面波共振子6が接続されているのは、通過帯域近傍の減衰量の拡大及びフィルタ特性の急峻性を高めることができるからである。また、1ポート型弾性表面波共振子6,8の接続により、通過帯域内における後述の複数の共振モードのインピーダンスを調整することも可能となる。もっとも、表面波共振子6,8は用いられずともよい。

[0060] なお、1ポート型弾性表面波共振子6,8は、反射器を有しない構造であってもよい。

[0061] 第1,第2の弾性表面波フィルタ部4,5の各第2のIDT4b,5bの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチをP1、第1,第3のIDT4a,4c,5a,5cの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチをP2とする。また、各第2のIDT4b,5bの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK1、第1,第3のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK2とする。さらに、第1,第2の弾性表面波フィルタ部4,5の第2のIDT4b,5bの狭ピッチ電極指部の電極指の本数をK1n、第1,第3のIDT4a,4c,5a,5cの狭ピッチ電極指部の電極指の本数をK2nとする。本実施形態の特徴は、 $P1/P2, K1n=K2n$ 及び $1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$ とされていることにある。それによって、フィルタ特性にあまり影響与えることなく、不平衡入力端子3と平衡出力端子7,9とのインピーダンス比を容易に変化させることができる。特に、IDTの電極指の本数だけでなく、狭ピッチ電極指部Nのピッチ比をも調整することにより、インピーダンス比を変化させることができるので、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を正確に例えば1:2とすることが可能となる。

[0062] 特に、第1,第2の弾性表面波フィルタ部4,5におけるメタライゼーションレシオをd、電極指交叉幅をWとしたとき、 $67.4 \mu\text{m} \leq W/d \leq 74.3 \mu\text{m}$  (但し、 $\mu\text{m}$ はIDTの波長)とされている場合には、不平衡入力端子3側のインピーダンスを50 $\Omega$ として、平衡出力端子7,9側のインピーダンスを100 $\Omega$ に確実に設定することが容易となる。これを、具体的な実験例を参照しつつ、より詳細に説明する。

[0063] なお、本明細書の添付の図面の電極構造では、図示を容易とするために、IDTや



反射器の電極指の本数は、実際の電極指の本数よりも少なく図示されていることを指摘しておく。

- [0064] 以下の仕様で弾性表面波フィルタ1を作製した。
- [0065] 縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部4の電極指交叉幅を $51.0\lambda_1$ とした。 $\lambda_1$ は、IDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指ピッチであり、IDT $4a \sim 4c$ において、電極指交叉幅は全て等しくした。
- [0066] IDT $4a$ の電極指の本数は22本(3本)であり、IDT $4b$ の電極指の本数は(3本)31本(3本)であり、IDT $4c$ の電極指の本数は(3本)22本とした。なお、カソコ内の電極指の本数は、1つの狭ピッチ電極指部Nの電極指の本数であり、カソコ外の電極指の本数は、狭ピッチ電極指部N以外の電極指の本数である。
- [0067] 反射器4d, 4eのそれぞれの電極指の本数:85本。
- [0068] IDT $4a \sim 4c$ 及び反射器4d, 4eにおけるメタライゼーションレシオ:狭ピッチ電極指部以外は0.72、狭ピッチ電極指部Nでは0.68とした。
- [0069] 電極膜厚 $=0.092\lambda_1$ 。
- [0070] なお、弾性表面波フィルタ部5は、IDT $5a$ ,  $5c$ の向きがIDT $4a$ ,  $4c$ と反転されていることを除いては、上記と同様に設計した。
- [0071] 1ポート型弾性表面波共振子6の仕様  
電極指交叉幅: $23.8\lambda_1$ (但し、 $\lambda_1$ は、IDT $6a$ の電極指ピッチで定まる波長とする)。
- [0072] IDTの電極指の本数:761本。  
反射器6a, 6cのそれぞれの電極指の本数:75本。
- [0073] メタライゼーションレシオ:0.60  
電極膜厚: $0.05\lambda_1$ 。  
なお、圧電基板2としては、40°5度YカットX伝搬の $\text{LiTaO}_3$ 基板を用い、上記各電極はAlにより形成した。このようにして、不平衡入力端子3の入力インピーダンスが50 $\Omega$ 、平衡出力端子7,9のインピーダンスが100 $\Omega$ である、DCS受信用フィルタを設計した。
- [0074] 上記のようにして設計した弾性表面波フィルタ1の特性を図2～図4に示す。図2は



、上記弾性表面波フィルタ1の減衰量周波数特性を示す。また、図3は、上記弾性表面波フィルタ1のVSWR特性を示す。図4(a)及び(b)は、不平衡信号端子側における反射特性S11及び平衡信号端子側における反射特性S22を示すスミスチャートである。なお、本明細書に添付の図面においては、以下、弾性表面波フィルタの不平衡信号端子側の反射特性をS11、平衡信号端子側の反射特性をS22とする。

[0075] 本実施形態の特徴の1つは、不平衡入力端子3に接続されているIDT4b, 5bの狭ピッチ電極指部Nの電極指  $\lambda/4$  P1と、平衡出力端子7, 9に接続されているIDT4a, 4c, 5a, 5cの狭ピッチ電極指部Nの電極指  $\lambda/4$  P2とが異なっていることにある。すなわち、IDT4a, 4c, 5a, 5cの狭  $\lambda/4$  電極指部N以外の主たる電極指部の電極指ピッチで定まる波長を $\lambda$ としたときに、第2のIDT4b, 5bの狭ピッチ電極指部Nの電極指  $\lambda/4$  P1は $0.454 \lambda$ とされており、第1, 第3のIDT4a, 4c, 5a, 5cの狭ピッチ電極指部のピッチP2は、 $0.438 \lambda$ とされている。従って、平衡出力端子7, 9に接続されているIDT4a, 4c, 5a, 5cにおける狭  $\lambda/4$  電極指部の電極指  $\lambda/4$  P2よりも、不平衡入力端子3に接続されているIDT4b, 5bの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチP1が大きくされている。

[0076] 比較のために、狭  $\lambda/4$  電極指部Nの電極指  $\lambda/4$  を全て $0.447 \lambda$ と等しくしたことを除いては、上記実施形態のバランス型弾性表面波フィルタ1と同様に構成されたバランス型弾性表面波フィルタのフィルタ特性を図5～図7に示す。図5は、比較のために用意した上記弾性表面波フィルタの減衰量周波数特性を示し、図6は、VSWR特性を示す。図7(a)及び(b)は、反射特性S11, S22をそれぞれ示す。

[0077] なお、DCS受信用フィルタの通過帯域は $1805 \sim 1880$  MHzである。図2及び図3と、図5, 図6とを比較すれば明らかなように、比較のために用意した弾性表面波フィルタでは、上記通過帯域内における最大挿入損失が $2.16$  dBであり、VSWRの最大値が $2.00$ であったのに対し、上記実施形態の弾性表面波フィルタ1では、通過帯域内における最大挿入損失は $2.13$  dBと小さくなり、通過帯域内におけるVSWRの最大値も $1.83$ と小さくなることわかる。従って、本実施形態によれば、通過帯域内における最大挿入損失を約 $0.15$  dBに改善することができ、VSWRについても約 $0.20$ 改善し得ることがわかる。



[0078] 本実施形態において、上記のように通過帯域内における挿入損失及びVSWRを改善し得る理由を、図8～図13を参照して説明する。まず、図1に示した電極構造において、不平衡入力端子3のインピーダンスを $50\Omega$ 、平衡出力端子7,9のインピーダンスを $150\Omega$ となるように弾性表面波フィルタを設計した場合の反射特性 $S_{11}$ 及び $S_{22}$ を図8(a)及び(b)に示す。このときの設計パラメータは以下の通りである。

弾性表面波フィルタ部の電極指交叉幅 $=41.7\mu\text{m}$ 。

IDT4aの電極指の本数:20本(3本)、IDT4bの電極指の本数:(3本)33本(3本)、IDT4cの電極指の本数(3本)20本。

[0079] 反射器の電極指の本数:85本。

メタライゼーションレシオ:0.72(狭ピッチ電極指部のメタライゼーションレシオは0.68)。

電極膜厚:0.092 $\mu\text{m}$ 。

狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチ:0.444 $\mu\text{m}$ 。

図9(a)及び(b)は、上記のようにして設計された弾性表面波フィルタの反射特性を、不平衡入力端子のインピーダンスを $50\Omega$ 、平衡出力端子のインピーダンスを $100\Omega$ として見た場合の反射特性 $S_{11}$ 、 $S_{22}$ を示す。図9から明らかなように、 $S_{22}$ 側のインピーダンスは、整合点である $100\Omega$ から大きくずれることとなる。

[0080] 次に、 $S_{22}$ 側のインピーダンスを $100\Omega$ とするために、第1,第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部4,5の電極指交叉幅を $41.7\mu\text{m}$ から $751.0\mu\text{m}$ に変更した場合の特性を図10(a)及び(b)に示す。このとき、 $S_{22}$ 側のインピーダンスを約 $100\Omega$ となる。しかしながら、 $S_{11}$ 側のインピーダンスは整合点である $50\Omega$ から大きくずれることとなる。

[0081] 次に、 $S_{11}$ 側のインピーダンスを高くし、かつ $S_{22}$ 側のインピーダンスを低くするために、IDT4b, 5bの電極指の本数を少なくし、IDT4a, 4c, 5a, 5cの電極指の本数を多くした。すなわち、20(3)/ (3)33(3)/ (3)20の構成から22(3)/ (3)31(3)/ (3)22と変更した。このようにして変更された弾性表面波フィルタの反射特性を図11(a)及び(b)に示す。図11から明らかなように、この場合には、縦結合共振子型弾性表面波フィルタの通過帯域を形成している3つの共振A～Cのうち、共振Aのイン



ピーダンスはS11側で所望の通り高くなっており、S22側で低くなっている。しかしながら、共振B及び共振Cのインピーダンスはほとんど変化していないことがわかる。

[0082] なお、上記共振A～Cとは、図14及び図15に示すように、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部の通過帯域を構成する3つの共振A～Cをいうものとする。ここでは、周波数の低い順から共振A、共振B及び共振Cが現われ、図15から明らかなように、共振Aは2次モードの共振であり、共振Bは0次モードの共振である。

[0083] 次に、図11(a)及び(b)に示した反射特性S11、S22を得た構成から、IDT4a、4c、5a、5cの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチを0.438  $\mu$ mに変更した場合の特性を図12(a)及び(b)に示す。すなわち、狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを0.444  $\mu$ mだから0.438  $\mu$ mに変更した。その結果、図12(a)から明らかなように、S11側の共振A～Cの集中度、すなわちインピーダンスの集中度が向上していることがわかる。しかしながら、同時に、S11側における共振Bのインピーダンスが容量性となりすぎ、さらにS22側の共振Cが誘導性になりすぎていることがわかる。

[0084] 次に、図14に示した特性を得た構成から、IDT4b、5bの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチを、0.454  $\mu$ mに変更した場合の特性を図13(a)及び(b)に示す。すなわち、狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチを0.444  $\mu$ mから0.454  $\mu$ mに変更した場合の特性を図13(a)及び(b)に示す。この場合には、IDT4a、4c、5a、5cの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチP2を小さくした場合は逆に、S11側のインピーダンス集中度は悪化するものの、S11側における共振Bのインピーダンスが誘導性になり、S22側の共振Cが容量性となるように変化しているすなわち、平衡出力端子7、9に接続されているIDT4a、4c、5a、5cの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチP2を小さくすると、IDT4b、5bの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチP1を大きくすることにより、それぞれのデメリットをカバーし得ることがわかる。従って、このような構成を有するため、上記実施形態のバランス型弾性表面波フィルタ1では、図4(a)及び(b)に示されているように、平衡入力端子3のインピーダンスと平衡出力端子7、9のインピーダンス比を調整しつつ、フィルタ特性の悪化を抑制し得ることがわかる。

[0085] 次に、P1/P2となるように構成した弾性表面波フィルタ1において、不平衡入力端子3と、平衡出力端子7、9のインピーダンス比が約1:2とされている場合に、良好な



電気的特性が得られるIDTの電極指の対数及び交叉幅を調べた。結果を図16に示す。

[0086] すなわち、狭ピッチ電極指部の電極指を除いたIDTの電極指の本数、例えば上記実施形態のIDT4a ~4cでは、22/31/22である。この狭ピッチ電極指部の電極指を除いたIDT4a ~4cの電極指の本数を変化させ、さらに電極指交叉幅を変化させ、種々の弾性表面波フィルタ1を作製し、VSWRを測定した。なお、IDT5a ~5cは、IDT4a ~4cと同様とされている。

[0087] 図16から明らかなように、従来のバランス型弾性表面波フィルタにおけるVSWRの値2.0よりもVSWRが小さくなり、改善される範囲は、以下の範囲であることがわかる。なお、以下において、K1は、中央の第2のIDT4b、5bにおいて狭ピッチ電極指部Nの電極指を除いた残りの電極指部の電極指の本数であり、K2は、第1、第3のIDT4a、4c、5a、5cにおいて、狭ピッチ電極指部Nの電極指を除いた残りの電極指部の電極指の本数である。

[0088]	IDT本数	K1/K2	交叉幅W範囲
	26/29/26	1.12	46.0 ~ 54.0 $\mu$ m
	24/29/24	1.21	46.5 ~ 54.5 $\mu$ m
	22/31/22	1.41	48.5 ~ 54.5 $\mu$ m
	20/33/20	1.65	48.5 ~ 53.5 $\mu$ m

すなわち、 $P1/P2$ かつ $1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$ 、さらに電極指交叉幅を $48.5 \mu\text{m} \leq W \leq 53.5 \mu\text{m}$ とすれば、良好なフィルタ特性の得られることがわかる。

[0089] もっとも、公知のように、メタライゼーションレシオを変化させた場合、容量が変化するため、電極指交叉幅の最適値が変化することが知られている。従って電極指交叉幅Wの値は、狭ピッチ電極指部N以外の電極指のメタライゼーションレシオdとした場合、 $67.4 \mu\text{m} \leq W/d \leq 74.3 \mu\text{m}$ とすることが望ましい。このようにして不平衡入力端子3のインピーダンスを50 $\Omega$ とし、平衡出力端子7、9のインピーダンスを確実に100 $\Omega$ とすることができ、入力インピーダンスが100 $\Omega$ のICに接続される、良好なフィルタ特性を有するバランス型弾性表面波フィルタ1を容易に提供することが可能となる。

[0090] 特に、上記実施形態では、電極指の対数すなわち電極指の本数だけでなく、狭ピ



ツチ電極指部の電極指ピッチ $P1$ ,  $P2$ を変更するため、不平衡入力端子3のインピーダンスと、平衡出力端子7, 9のインピーダンスとの比を正確に1:2に設定することができる。

[0091] なお、本実施形態では、 $K1n = K2n$ とされていたが、不平衡信号端子に接続されている第2のIDT4b, 5bの狭ピッチ電極指部の電極指の本数 $K1n$ は、平衡信号端子に接続されている第1, 第2のIDT4a, 4c, 5a, 5cの狭ピッチ電極指部の電極指の本数 $K2n$ と等しい必要は必ずしもない。もっとも、上記のように $K1n = K2n$ とすることにより、IDTの設計が容易となり、かつIDTが隣り合っている部分の不連続性を緩和する狭ピッチ電極指部の効果をより一層高めることができ、好ましい。

[0092] (第2の実施形態)

第1の実施形態のバランス型弾性表面波フィルタ1と同様の電極構造を有するバランス型弾性表面波フィルタを作製した。なお、電極構造は第1の実施形態と同様であるため、以下においては、第2の実施形態の弾性表面波フィルタの各部分の参照番号は、第1の弾性表面波フィルタ1の場合と同様とし、図1を援用することとする。

[0093] 第2の実施形態の弾性表面波フィルタの構成が、第1の実施形態の弾性表面波フィルタと異なるところは以下の3点であり、その他の点は同一である。

[0094] (1) IDT4a ~ 4c, 5a ~ 5cの電極指の対数: 22 (5) / (3) 31 (3) / (5) 22、但し、カッコ内の電極指の本数は1つの狭ピッチ電極指部の電極指の本数であり、カッコ外の電極指の本数は、狭ピッチ電極指部を除いたIDTの電極指の本数である。IDT5a ~ 5cの電極指の本数は、IDT4a ~ 4cと等しくした。

[0095] (2) 第2のIDT4b, 5bの狭ピッチ電極指部Nのピッチ $P1 = 0.437 \mu m$

(3) 第1, 第3のIDT4a, 4c, 5a, 5cの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチ $P2 = 0.462 \mu m$

すなわち、不平衡入力端子3に接続されているIDT4b, 5bの狭ピッチ電極指部Nの電極指の本数 $N1$ よりも、平衡出力端子7, 9に接続されているIDT4a, 4c, 5a, 5cの狭ピッチ電極指部Nの電極指の本数 $N2$ を多くし、かつ電極指ピッチ $P1$ よりも電極指ピッチ $P2$ を大きくしている。

[0096] 図17及び図18は、第2の実施形態の弾性表面波フィルタの減衰量周波数特性及



びVSWR特性を示し、図19(a)及び(b)は、S11側の反射特性及びS22側の反射特性を示すスミスチャートである。

- [0097] 図5～図7と、図17～図19とを比較すれば明らかなように、第2の実施形態ではDCS受信フィルタの通過帯域内における最大挿入損失は1.96dBであり、VSWRの最大値は1.90である。従って、図5～図7に示した特性の比較例に比べて、第2の実施形態によれば、通過帯域内における最大挿入損失を約0.20dBに低減することができ、VSWRについても約0.10低減し得ることがわかる。
- [0098] 第2の実施形態において、上記のように比較例に比べてフィルタ特性が改善される理由は以下の通りである。前述した以下の実施形態の原理を説明するのに用いた図11(a)及び(b)の反射特性から明らかなように、S11側のインピーダンスを高くし、S22側のインピーダンスを低くするには、IDTの電極指の本数を変更すればよい。この図11に示した反射特性から平衡出力端子7,9に接続されている狭ピッチ電極指部Nの電極指の本数を3本から5本に増加させた場合のS11側及びS22側の反射特性を図20(a)及び(b)に示す。図20から明らかなように、変更により、S11側及びS22側の双方の反射特性において共振Bがインピーダンス整合点に近づいていることがわかる。すなわち、IDTの電極指の本数だけでは調整できなかった共振Bのインピーダンスを、平衡出力端子7,9に接続されているIDT4a,4b,5a,5bの狭ピッチ電極指部Nの電極指の本数を変更することにより調整することができた。そして、最終的に不平衡入力端子3及び平衡出力端子7,9にそれぞれ接続されているIDT4a～4c,5a～5cの狭ピッチ電極指部Nの電極指の本数を最適化することにより、上述した第2の実施形態の特性が得られている。
- [0099] 上記のように、第2の実施形態では、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部4,5の第2のIDTを不平衡入力端子3に接続し、両側のIDT4a,4b,5a,5bがそれぞれ第1,第2の平衡出力端子7,9に接続されており、それによって平衡－不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタにおいて、 $N1 < N2$ かつ $P1 < P2$ となるように構成することにより、不平衡入力端子3と平衡出力端子7,9のインピーダンス比が約1:2であるだけでなく、通過帯域内の挿入損失及びVSWRに優れた弾性表面波フィルタを提供し得ることがわかる。



[0100] なお、本実施形態では、 $P1 < P2$ とされていたが、 $P1 \geq P2$ とすれば、本実施形態と同様に、良好なフィルタ特性を確保しつつ、不平衡入力端子3と平衡出力端子7, 9のインピーダンス比を約1:2とすることができる。もっとも、好ましくは、上記のように、 $P1 < P2$ とすることにより、通過帯域内のVSWRをより一層小さくすることができる。

[0101] (他の実施形態)

第1, 第2の実施形態では、インピーダンスを調整するため、不平衡入力端子3に接続されている第2のIDT<sub>b</sub>, 5bの電極指ピッチ $P1$ と、平衡出力端子7, 9に接続されているIDT<sub>4a</sub>, 4c, 5a, 5cの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチ $P2$ とを異ならせる方法を用いたが、さらに、IDTのデューティをIDT毎に異ならせるなどの他のインピーダンス調整方法を併用してもよい。

[0102] また、第1, 第2の実施形態では、3個のIDTを有し、中央に位置する第2のIDT<sub>4b</sub>, 5bを不平衡入力端子に、左右に位置しているIDT<sub>4a</sub>, 4c, 5a, 5cを平衡出力端子7, 9に接続することにより平衡-不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ1が構成されていた。しかしながら、本発明は、このような電極構造の平衡-不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタに限定されない。図21～図23は、本発明の第3～第5の実施形態の弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図である。

[0103] 図21に示すように、第3の実施形態のバランス型弾性表面波フィルタ31では、不平衡入力端子33に、第1, 第2の縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部34, 35が接続されている。弾性表面波フィルタ部34, 35は、第1の実施形態の弾性表面波フィルタ1の弾性表面波フィルタ部4, 5と同様に構成されている。もっとも、弾性表面波フィルタ部34では、表面波伝搬方向両側の第1, 第3のIDT<sub>34a</sub>, 34cが不平衡入力端子33に接続されている。また、中央に位置する第2のIDT<sub>34b</sub>が1ポート型弾性表面波共振器36を介して第1の平衡出力端子37に電氣的に接続されている。IDT<sub>34a</sub>～34cが設けられている部分の表面波伝搬方向両側には反射器34d, 34eが配置されている。1ポート型弾性表面波共振器36は、1ポート型弾性表面波共振器6と同様に構成されている。

[0104] 第2の弾性表面波フィルタ部35においても、両側の第1, 第3のIDT<sub>35a</sub>, 35cが不平衡入力端子33に接続されており、第2のIDT<sub>35b</sub>が1ポート型弾性表面波共振器



38を介して第2の平衡出力端子39に接続されている。すなわち、弾性表面波フィルタ31では、表面波伝搬方向の第1,第3のIDT34a, 34c, 35a, 35cが不平衡入力端子33に、中央の第2のIDT34b, 35bが第1,第2の平衡出力端子37, 39にそれぞれ電氣的に接続されている。

[0106] この場合においても、第1の実施形態と同様に、不平衡入力端子33に接続されているIDT34a, 34c, 35a, 35cの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P1$ とし、平衡出力端子37, 39に接続されているIDT34b, 35bの狭ピッチ電極指部の電極指のピッチを $P2$ とし、不平衡入力端子33に接続されているIDT34a, 34c, 35a, 35cの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K1$ 、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $K1n$ 、平衡出力端子37, 39に接続されているIDT34b, 35bの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K2$ 、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $K2n$ としたときに、 $P1 > P2$ 、及び $1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$ とすることにより、また、好ましくはさらに $K1n = K2n$ とすることにより、通過帯域内の挿入損失及びVSWRが小さく、フィルタ特性が良好であり、かつ不平衡入力端子と平衡出力端子37, 39のインピーダンス比が約1:2のバランス型弾性表面波フィルタを提供することができる。

[0106] なお、第3の実施形態においても、好ましくは、さらに第1,第2の弾性表面波フィルタ部34, 35におけるメタライゼーションレシオを $d$ 、電極指交叉幅を $W$ としたとき、 $4 \mu m \leq W/d \leq 74.3 \mu m$ とされ、それによって不平衡入力端子33側のインピーダンスを $50\Omega$ とした場合、平衡出力端子37, 39側の出力インピーダンスを容易に $100\Omega$ に設定することができる。

[0107] また、第3の実施形態においても、第2の実施形態と同様に、 $P1 < P2$ 、好ましくは、 $P1 < P2$ とし、かつ不平衡入力端子33に接続されているIDT34a, 34c, 35a, 35cの狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $N1$ 、第1,第2の平衡出力端子37, 39にそれぞれ接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $N2$ としたときに、 $N1 < N2$ とすることにより、複数の共振モードのインピーダンス調整の自由度が高められる。従って、通過帯域内の挿入損失やVSWRが小さく、良好なフィルタ特性を有するだけでなく、不平衡入力端子33と、平衡出力端子37, 39とのインピーダンス比



を1:2に設定することが可能となる。

[0108] 図22は、第4の実施形態に係る弾性表面波フィルタ41の電極構造を示す模式的平面図である。第4の実施形態のバランス型弾性表面波フィルタ41では、表面波伝搬方向に沿って5個のIDT42a～42eが配置されている。IDT42a～42eが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に反射器42f, 42gが配置されている。IDT42a～42eは、IDT4a～4cと同様に狭ピッチ電極指部Nを有する。すなわち、ギャップを隔てて表面波伝搬方向に隣り合っている一対のIDTは、ギャップに面する電極指を含む一部の電極指のピッチがIDTの残りの部分の電極指ピッチよりも小さくされている。

[0109] 弾性表面波フィルタ41では、IDT42a, 42c, 42eが不平衡入力端子43に接続されている。そして、IDT42b, 42dが第1, 第2の平衡出力端子47, 49にそれぞれ電気的に接続されている。このような平衡－不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ41においても、不平衡入力端子43に接続されているIDT42a, 42c, 42eの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチをP1、該狭ピッチ電極指部Nの電極指の本数をK1n、該狭ピッチ電極指部以外の電極指の本数をK1とし、平衡出力端子47, 49に接続されているIDT42b, 42dの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチをP2、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数をK2n、該狭ピッチ電極指部以外の電極指の本数をK2としたとき、 $P1/P2$ 、及び $1.12 \equiv K1/K2 \equiv 1.65$ とすることにより、好ましくは、さらに $K1n = K2n$ とすることにより、通過帯域内の挿入損失及びVSWRの低減を図りつつ、不平衡入力端子43と平衡出力端子47, 49とのインピーダンス比を約1:2とすることができる。好ましくは、 $134.8 \mu\text{m} \equiv W/d \equiv 148.6 \mu\text{m}$ とすることにより、不平衡入力端子43側のインピーダンスを $50^\circ$ とした場合、平衡出力端子47, 49側のインピーダンスを $100^\circ$ に容易に設定することができる。

[0110] 第4の実施形態においても、第2の実施形態と同様に、上記とは別に、 $P2/P1$ 、かつ $N2/N1$ とすることによっても、不平衡入力端子と平衡出力端子のインピーダンス比を約1:2に容易に設定ことができ、かつ通過帯域内の挿入損失及びVSWRの低減を果たすことができる。

[0111] 図23は、第5の実施形態のバランス型弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式



的平面図である。第5の実施形態の弾性表面波フィルタ50は、IDTの数が3個であることを除いては、第4の実施形態の弾性表面波フィルタ41と同様に構成されている。すなわち、第5の実施形態のバランス型弾性表面波フィルタ50では、表面波伝搬方向に沿って3個のIDT42b～42dが配置されている。第1～第3のIDT42b～42dが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に反射器42f, 42gが設けられている。

- [0112] 従って、図22のIDT42a, 42eが削除されていることを除いて、弾性表面波フィルタ50は、弾性表面波フィルタ41と同様に構成されている。よって、同一部分については、同一の参照番号を付することにより、図22に示した説明を援用することとする。
- [0113] 本実施形態においても、 $P1/P2$ 、及び $1.12 \equiv K1/K2 \equiv 1.65$ とすることにより、好ましくは、さらに $K1n = K2n$ とすることにより、第4の実施形態の場合と同様に通過帯域内の挿入損失及びVSWRの低減を図りつつ、不平衡入力端子43と平衡出力端子47, 49とのインピーダンス比を約1:2とすることができる。また、好ましくは、 $134.8 \lambda I \equiv W/d \equiv 148.6 \lambda I$ とすることにより、不平衡入力端子43側のインピーダンスを $50^\circ$ とした場合、平衡出力端子47, 49側のインピーダンスを $100^\circ$ に容易に設定することができる。
- [0114] 第5の実施形態においても、第2の実施形態と同様に、上記とは別に $N2/N1$ かつ $P2 \neq P1$ 、好ましくは $N2/N1$ かつ $P2/P1$ とすることによっても、不平衡入力端子と平衡出力端子のインピーダンス比を約1:2に容易に設定することができ、かつ通過帯域内の挿入損失及びVSWRの低減を果たすことができる。
- [0115] 図24は、第6の実施形態のバランス型弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図である。第6の実施形態のバランス型弾性表面波フィルタ51では、表面波伝搬方向に沿って5個のIDT52a～52eが配置されている。IDT52a～52eは、IDT42a～42eと同様に狭ピンチ電極指部Nを有する。また、IDT52a～52eが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に反射器52f, 52gが配置されている。なお、中央のIDT52cは、表面波伝搬方向に分割されたIDT部52c1, 52c2を有する。
- [0116] 本実施形態では、不平衡入力端子53に、IDT52b, 52dが電氣的に接続されている。そして、IDT52aと、IDT部52c1とが第1の平衡出力端子57に電氣的に接続さ



れており、IDT部52c2とIDT52eとが第2の平衡出力端子59に電氣的に接続されており、それによって平衡－不平衡変換機能を実現されている。

- [0117] 本実施形態においても、不平衡信号端子である不平衡入力端子53に接続されているIDT52b, 52dの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチをP1、該狭ピッチ電極指部Nの電極指の本数をK1n、該狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK1とし、平衡出力端子57, 59に接続されているIDT52a, 52c, 52eの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチをP2、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数をK2n、該狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK2としたとき、 $P1/P2$ 、及び $1.12 \equiv K1/K2 \equiv 1.65$ とすることにより、好ましくは、さらに $K1n = K2$ とすることにより、前述した各実施形態と同様にフィルタ特性を損なうことなく、不平衡信号端子と平衡信号端子とのインピーダンス比を約1:2とすることができる。第6の実施形態においても、好ましくは、 $134.8 \mu\text{m} \equiv W/d \equiv 148.6 \mu\text{m}$ とすることにより、不平衡入力端子53側のインピーダンスを50 $^{\circ}$ とした場合、平衡出力端子57, 59側のインピーダンスを容易に100 $^{\circ}$ とすることができる。
- [0118] また、第6の実施形態においても、第2の実施形態と同様に、 $P1 \neq P2$ かつ $N1 < N2$ 、好ましくは、 $P1 < P2$ かつ $N1 < N2$ とした構造とすることにより、第2の実施形態と同様に、不平衡入力端子53と平衡出力端子57, 59とのインピーダンス比が約1:2であり、しかも通過帯域内の挿入損失及びVSWRが小さい弾性表面波フィルタを提供することができる。
- [0119] 図25は、第7の実施形態のバランス型弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図である。第7の実施形態の弾性表面波フィルタ70は、図24に示したIDT52a, 52cが省略されていることを除いては、第6の実施形態の弾性表面波フィルタ51とほぼ同様に構成されている。従って、同一部分については、同一の参照番号を付することにより、第6の実施形態において行った説明を援用することとする。
- [0120] 本実施形態では、表面波伝搬方向に沿って第1～第3のIDT52b～52dが配置されている。そして、中央の第2のIDT52cが、IDT部52c1, 52c2を有するように分割されている。本実施形態においても、第6の実施形態の場合と同様に、 $P1/P2$ 、及び $1.12 \equiv K1/K2 \equiv 1.65$ とすることにより、好ましくは、さらに $K1n = K2n$ とするこ



とにより、フィルタ特性を損なうことなく、不平衡信号端子と平衡信号端子とのインピーダンス比を約1:2とすることができる。第7の実施形態においても、好ましくは、 $134.8 \mu\text{H} \equiv W/d \equiv 148.6 \mu\text{H}$ とすることにより、不平衡入力端子53側のインピーダンスを $50^\circ$ としたときに、平衡出力端子57, 59側のインピーダンスを容易に $100^\circ$ とすることができる。

[0121] また、第7の実施形態においても、第2の実施形態と同様にして、 $P1 \neq P2$ かつ $N1 < N2$ 、好ましくは $P1 < P2$ かつ $N1 < N2$ とした構造とすることにより不平衡入力端子53と平衡出力端子57, 59とのインピーダンス比が約1:2であり、しかも通過帯域内の挿入損失及びVSWRが小さい弾性表面波フィルタを提供することができる。

[0122] なお、第4, 第6の実施形態に係る弾注表面波フィルタ41, 51では、5個のIDT42a ~ 42e 及び52a ~ 52e が設けられていた。このように、本発明に係る弾注表面波フィルタでは、第1 ~ 第3のIDTからなる3個のIDTだけでなく、5個以上のIDTが表面波伝搬方向に配置されていてもよい。



### 請求の範囲

- [1] 不平衡端子と、第1,第2の平衡端子とに接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、

圧電基板と、

前記圧電基板上において表面波伝搬方向に沿って配置された第1～第3のIDTを有し、中央の第2のIDTまたは両側の第1,第3のIDTが不平衡端子に接続されており、両側の第1,第3のIDTまたは中央の第2のIDTが第1の平衡端子に接続されている第1の弾性表面波フィルタ部と、

前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTを有し、中央に配置された第2のIDTまたは両側の第1,第3のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1,第3のIDTまたは中央の第2のIDTが第2の平衡端子に接続されており、第1の弾性表面波フィルタ部とは入力信号に対する出力信号の位相が180度異なるように構成されている第2の弾性表面波フィルタ部とを備え、

前記第1,第2の弾性表面波フィルタ部において、表面波伝搬方向にギャップを隔てて隣り合っている一対のIDTにおいて、ギャップに面している電極指を含む一部の電極指の周期が、IDTの主たる部分の電極指の周期よりも小さくされている狭ピッチ電極指部とされており、

第1,第2の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、前記平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、第1,第2の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK1、前記平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK2としたときに、

$$P1 > P2$$

$$1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$$

とされていることを特徴とする、バランス型弾性表面波フィルタ。

- [2] 不平衡端子と、第1,第2の平衡端子とに接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、



圧電基板と、

前記圧電基板上において表面波伝搬方向に沿って配置された第1～第3のIDTを有し、中央の第2のIDTまたは両側の第1,第3のIDTが不平衡端子に接続されており、両側の第1,第3のIDTまたは中央の第2のIDTが第1の平衡端子に接続されている第1の弾性表面波フィルタ部と、

前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTを有し、中央に配置された第2のIDTまたは両側の第1,第3のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1,第3のIDTまたは中央の第2のIDTが第2の平衡端子に接続されており、第1の弾性表面波フィルタ部とは入力信号に対する出力信号の位相が180度異なるように構成されている第2の弾性表面波フィルタ部とを備え、

前記第1,第2の弾性表面波フィルタ部において、表面波伝搬方向にギャップを隔てて隣り合っている一対のIDTにおいて、ギャップに面している電極指を含む一部の電極指の周期が、IDTの主たる部分の電極指の周期よりも小さくされている狭ピッチ電極指部とされており、

第1,第2の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、前記平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、第1,第2の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK1、前記平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK2、前記第1,第2の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数をK1n、前記平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数をK2nとしたときに、

$$P1 > P2$$

$$K1n = K2n$$

$$1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$$

とされていることを特徴とする、請求項1に記載のバランス型弾性表面波フィルタ。

- [3] 第1,第2の弾性表面波フィルタ部におけるメタライゼーションレシオをd、電極指交差幅をWとしたときに、 $67.4 \mu\text{m} \leq W/d \leq 74.3 \mu\text{m}$  (但し、 $\mu\text{m}$ はIDTの波長)とされ



ている、請求項1または2に記載のバランス型弾性表面波フィルタ。

- [4] 平衡端子と、第1,第2の不平衡端子に接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、
- 圧電基板と、
- 前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、
- 前記第2のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1,第3のIDTが第1,第2の平衡端子にそれぞれ接続されており、
- 前記第1～第3のIDTが隣り合う部分において、各IDTは狭ピッチ電極指部を有し、該狭ピッチ電極指部の電極指ピッチは、狭ピッチ電極指が設けられているIDTの主たる電極指部の電極指ピッチよりも小さくされており、
- 第1のIDTの位相が第3のIDTの位相に180度反転されており、
- 前記中央に位置している第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、前記第1,第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、第2のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK1、第1,第3のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK2としたときに、
- $$P1 > P2$$
- $$1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$$
- とされていることを特徴とする、バランス型弾性表面波フィルタ。
- [5] 平衡端子と、第1,第2の不平衡端子に接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、

圧電基板と、

前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、

前記第2のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1,第3のIDTが第1,第2の平衡端子にそれぞれ接続されており、

前記第1～第3のIDTが隣り合う部分において、各IDTは狭ピッチ電極指部を有し、該狭ピッチ電極指部の電極指ピッチは、狭ピッチ電極指が設けられているIDTの



主たる電極指部の電極指ピッチよりも小さくされており、

第1のIDTの位相が第3のIDTの位相に180度反転されており、

前記中央に位置している第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、前記第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、第2のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK1、第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK2、第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数をK1n、第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数をK2nとしたときに、

$$P1 > P2$$

$$K1n = K2n$$

$$1.12 \equiv K1/K2 \equiv 1.65$$

とされていることを特徴とする、請求項4に記載のバランス型弾性表面波フィルタ。

- [6] 第1～第3のIDTのメタライゼーションレシオをd、電極指交差幅をWとしたときに、 $1.34.8 \mu m \equiv W/d \equiv 148.6 \mu m$  (但し、 $\mu m$ はIDTの波長)とされている、請求項4または5に記載のバランス型弾性表面波フィルタ。

- [7] 不平衡端子と、第1、第2の平衡端子とに接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、

圧電基板と、

圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、表面波伝搬方向両側に位置する第1、第3のIDTが、前記不平衡端子に接続されており、

前記第2のIDTが、表面波伝搬方向に分割された第1、第2のIDT部を有し、第1、第2のIDT部がそれぞれ第1、第2の平衡信号端子に電気的に接続されており、不平衡端子から第1の平衡信号端子に流れる信号の位相が、不平衡端子から第2の平衡信号端子に流れる位相と180度反転されるように第1～第3のIDTが構成されており、

前記第1～第3のIDTがギャップを隔てて表面波伝搬方向において隣り合う部分において、該ギャップ近傍の複数本の電極指が相対的にピッチが狭い狭ピッチ電極指



部とされており、

前記不平衡信号端子に接続されている第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P_1$ 、第1、第2の平衡信号端子に第1、第2のIDT部が接続されている第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P_2$ 、第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K_1$ 、第2のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K_2$ としたときに、

$$P_1 > P_2$$

$$1.12 \equiv K_1 / K_2 \equiv 1.65$$

とされていることを特徴とする、バランス型弾性表面波フィルタ。

- [8] 不平衡端子と、第1、第2の平衡端子とに接続される平衡—不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、

圧電基板と、

圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、表面波伝搬方向両側に位置する第1、第3のIDTが、前記不平衡端子に接続されており、

前記第2のIDTが、表面波伝搬方向に分割された第1、第2のIDT部を有し、第1、第2のIDT部がそれぞれ第1、第2の平衡信号端子に電氣的に接続されており、不平衡端子から第1の平衡信号端子に流れる信号の位相が、不平衡端子から第2の平衡信号端子に流れる位相と180度反転されるように第1～第3のIDTが構成されており、

前記第1～第3のIDTがギャップを隔てて表面波伝搬方向において隣り合う部分において、該ギャップ近傍の複数本の電極指が相対的にピッチが狭い狭ピッチ電極指部とされており、

前記不平衡信号端子に接続されている第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P_1$ 、第1、第2の平衡信号端子に第1、第2のIDT部が接続されている第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P_2$ 、第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K_1$ 、第2のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K_2$ 、第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の



本数を $K1n$ 、第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $K2n$ としたときに、

$$P1 > P2$$

$$K1n = K2n$$

$$1.12 \equiv K1/K2 \equiv 1.65$$

とされていることを特徴とする、請求項7に記載のバランス型弾性表面波フィルタ。

- [9] 第1～第3のIDTのメタライゼーションレシオを $d$ 、電極指交差幅を $W$ としたときに、 $134.8 \mu\text{m} \equiv W/d \equiv 148.6 \mu\text{m}$  (但し、 $\lambda_1$ はIDTの波長)とされている、請求項7または8に記載のバランス型弾性表面波フィルタ。

- [10] 不平衡端子と、第1、第2の平衡端子とに接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、

圧電基板と、

前記圧電基板上において表面波伝搬方向に沿って配置された第1～第3のIDTを有し、中央の第2のIDTまたは両側の第1、第3のIDTが不平衡端子に接続されており、両側の第1、第3のIDTまたは中央の第2のIDTが第1の平衡端子に接続されている第1の表面波フィルタ部と、

前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTを有し、中央に配置された第2のIDTまたは両側の第1、第3のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1、第3のIDTまたは中央の第2のIDTが第2の平衡端子に接続されており、第1の弾性表面波フィルタ部とは入力信号に対する出力信号の位相が180度異なるように構成されている第2の弾性表面波フィルタ部とを備え、

前記第1、第2の弾性表面波フィルタ部において、表面波伝搬方向にギャップを隔てて隣り合っている一対のIDTにおいて、ギャップに面している電極指を含む一部の電極指の周期が、IDTの主たる部分の電極指の周期よりも小さくされている狭ピッチ電極指部とされており、

第1、第2の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P1$ 、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $N1$ 、前記第1、第2の平衡端子にそれぞれ接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P2$ 、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $N2$ としたときに、



$P1 \neq P2$

$N1 < N2$

とされていることを特徴とする、バランス型弾性表面波フィルタ。

- [11]  $P1 < P2$ とされていることを特徴とする、請求項10に記載のバランス型弾性表面波フィルタ。

- [12] 平衡端子と、第1、第2の不平衡端子に接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、

圧電基板と、

前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え

、

前記第2のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1、第3のIDTが第1、第2の平衡端子にそれぞれ接続されており、

前記第1～第3のIDTが隣り合う部分において、各IDTは狭ピッチ電極指部を有し、該狭ピッチ電極指部の電極指ピッチは、狭ピッチ電極指が設けられているIDTの主たる電極指部の電極指ピッチよりも小さくされており、

第1のIDTの位相が第3のIDTの位相に180度反転されており、

前記不平衡端子に接続されている第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P1$ 、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $N1$ 、前記第1、第2の平衡端子にそれぞれ接続されている前記第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P2$ 、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $N2$ としたときに、

$P1 \neq P2$

$N1 < N2$

とされていることを特徴とする、バランス型弾性表面波フィルタ。

- [13]  $P1 < P2$ とされていることを特徴とする、請求項12に記載のバランス型弾性表面波フィルタ。

- [14] 不平衡端子と、第1、第2の平衡端子とに接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、

圧電基板と、



圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、表面波伝搬方向両側に位置する第1,第3のIDTが、前記不平衡端子に接続されており、

前記第2のIDTが、表面波伝搬方向に分割された第1,第2のIDT部を有し、第1,第2のIDT部がそれぞれ第1,第2の平衡信号端子に電氣的に接続されており、不平衡端子から第1の平衡信号端子に流れる信号の位相が、不平衡端子から第2の平衡信号端子に流れる位相と180度反転されるように第1～第3のIDTが構成されており、

前記第1～第3のIDTがギャップを隔てて表面波伝搬方向に隣り合っている部分において、第1～第3のIDTがギャップに近接する部分に狭ピッチ電極指部を有し、

不平衡信号端子に接続されている第1,第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P1$ 、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $N1$ 、前記第1,第2の平衡信号端子にそれぞれ第1,第2のIDT部が接続されている第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P2$ 、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $N2$ としたときに、

$$P1 \neq P2$$

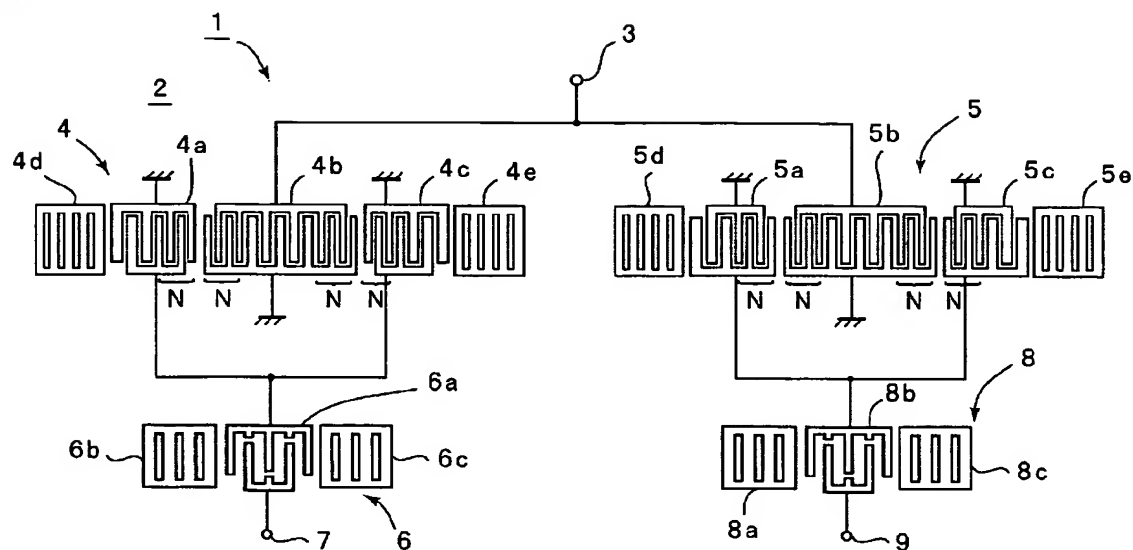
$$N1 < N2$$

とされていることを特徴とする、バランス型弾性表面波フィルタ。

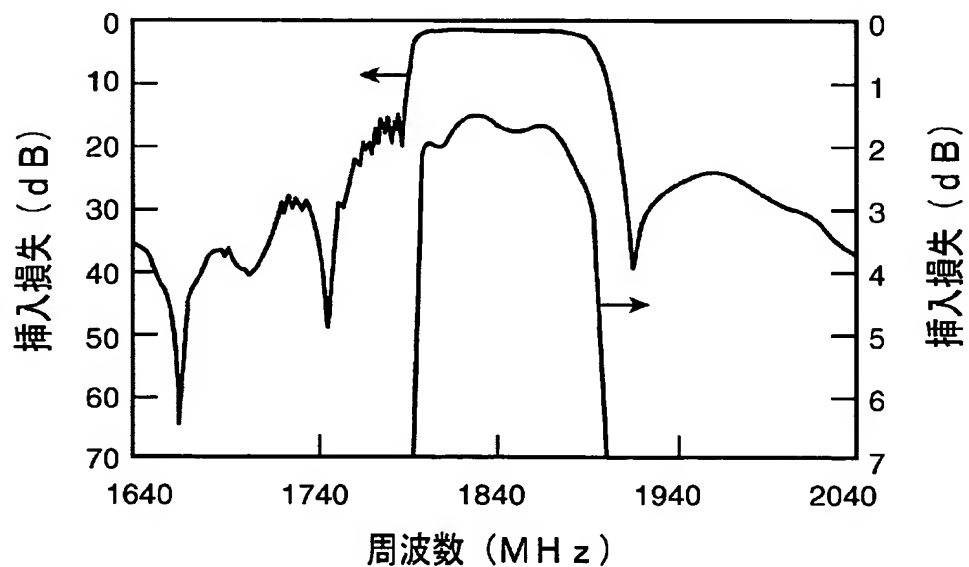
- [15]  $P1 < P2$ とされていることを特徴とする、請求項14に記載のバランス型弾性表面波フィルタ。



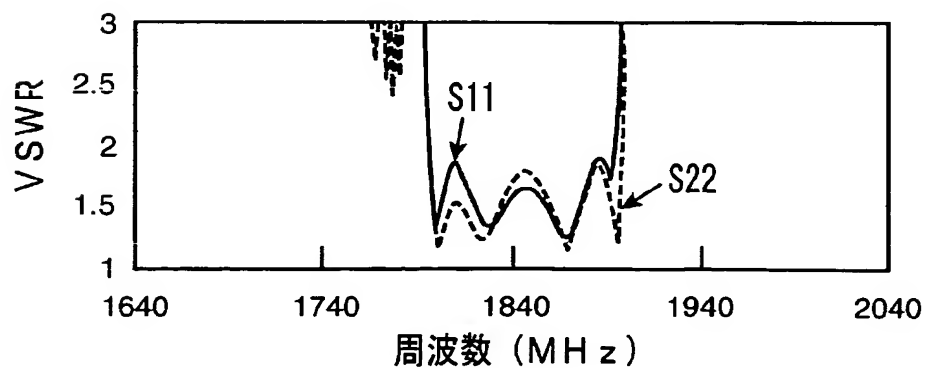
[図1]



[図2]

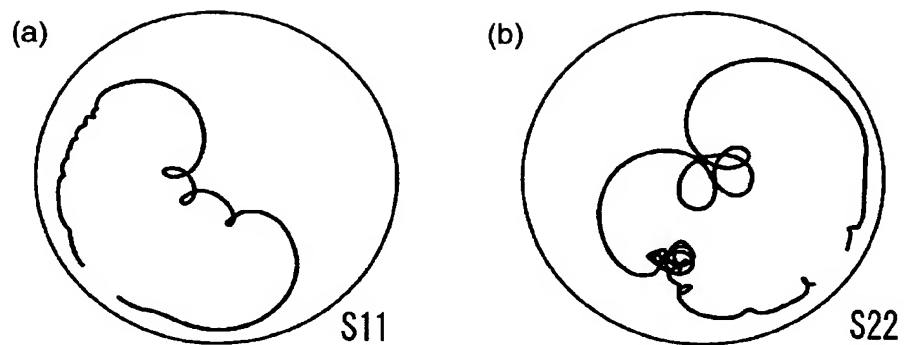


[図3]

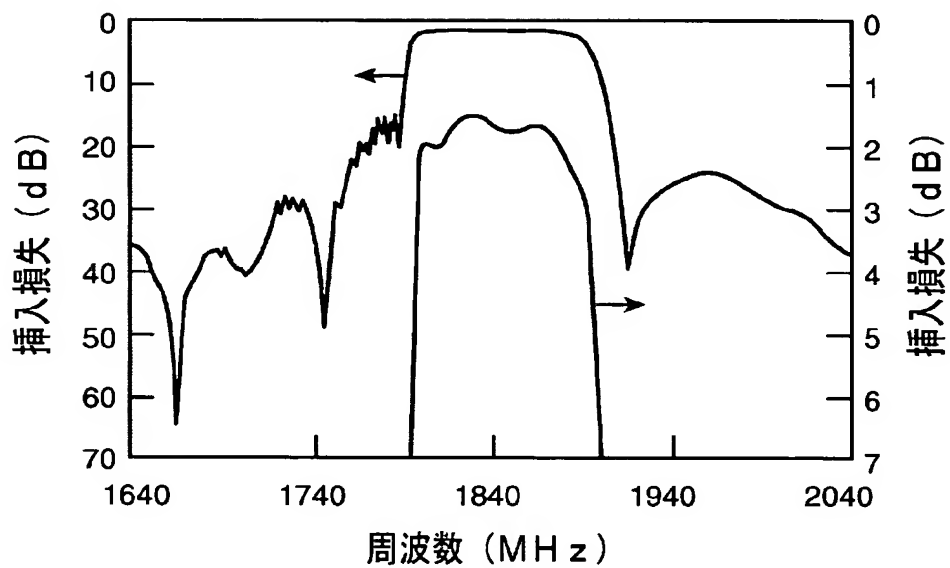




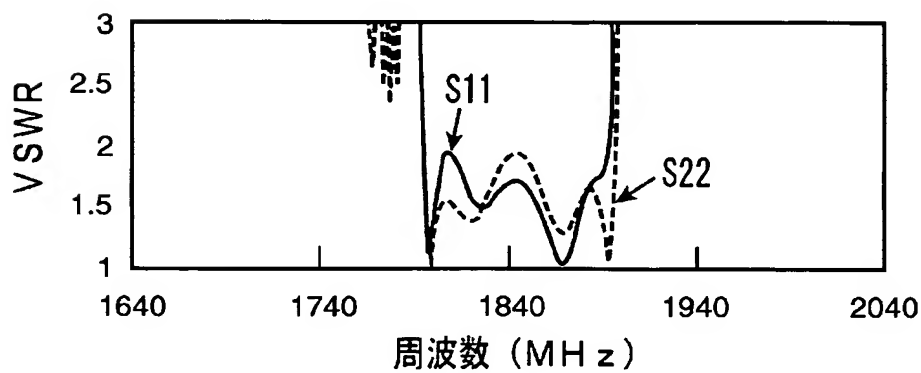
[図4]



[図5]

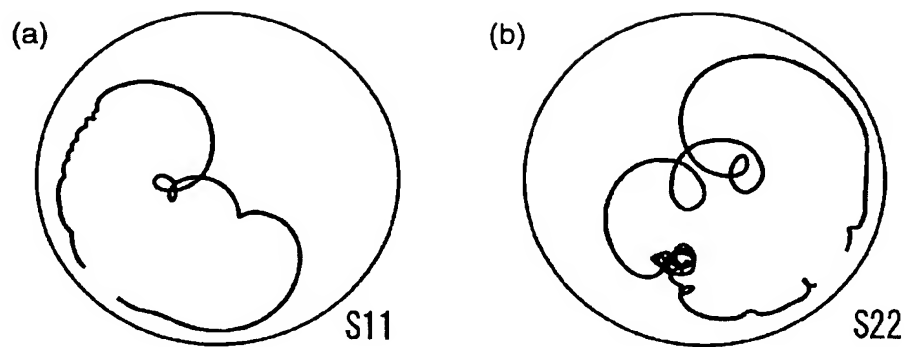


[図6]

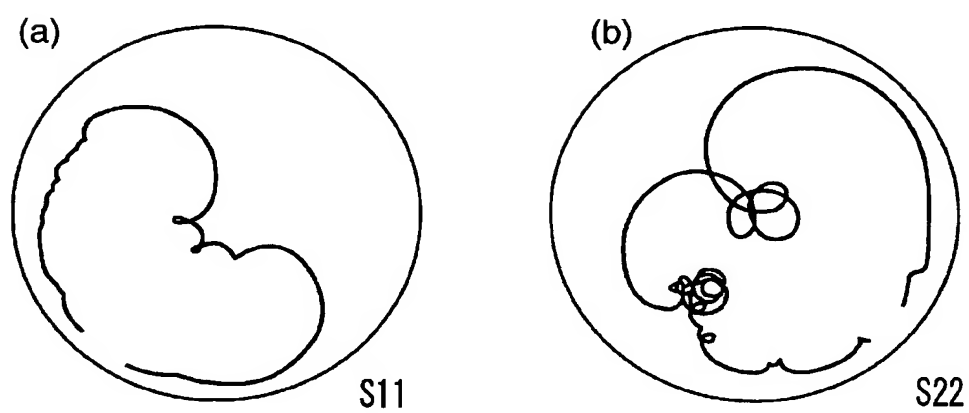




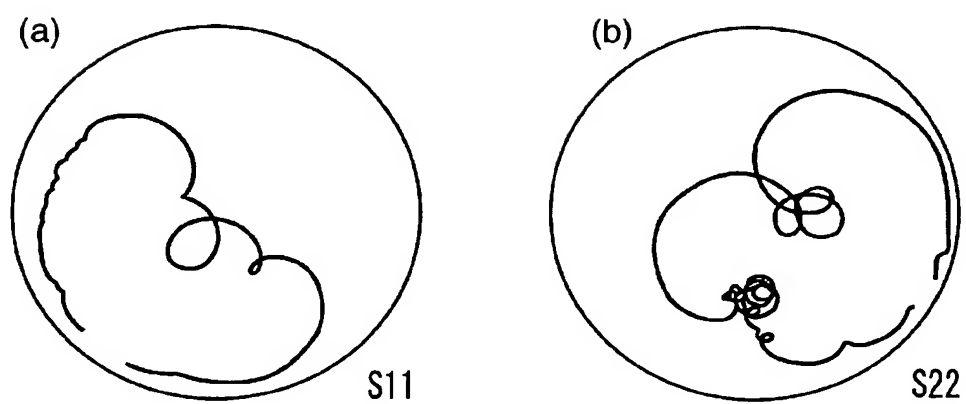
[図7]



[図8]

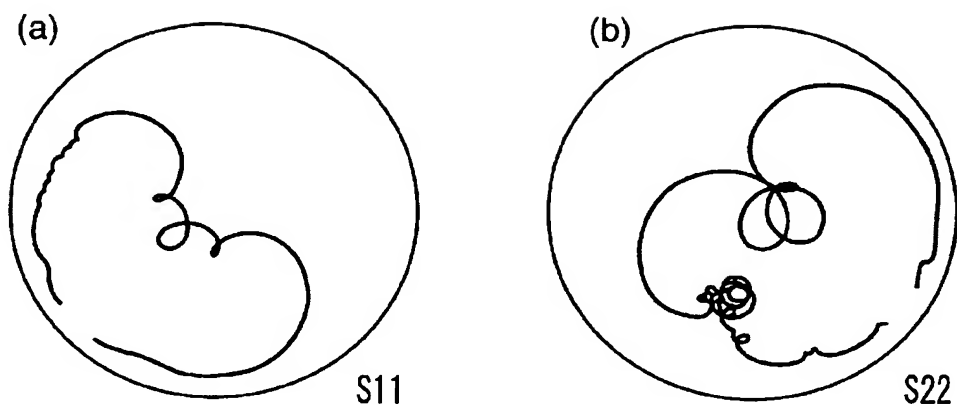


[図9]

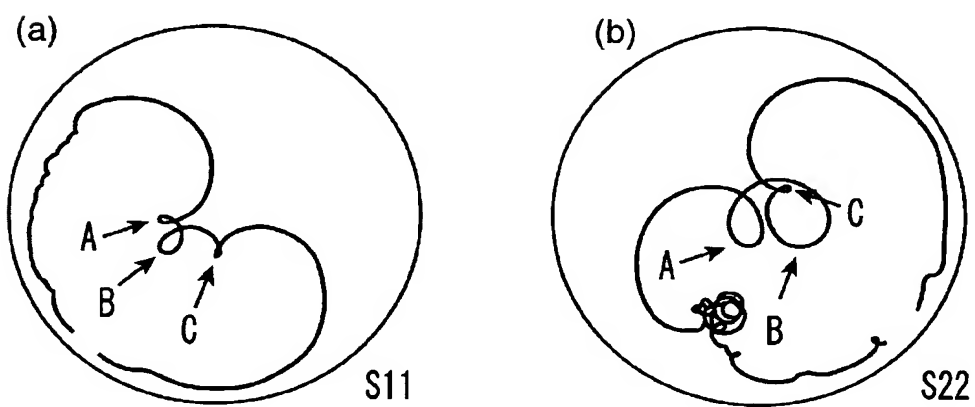




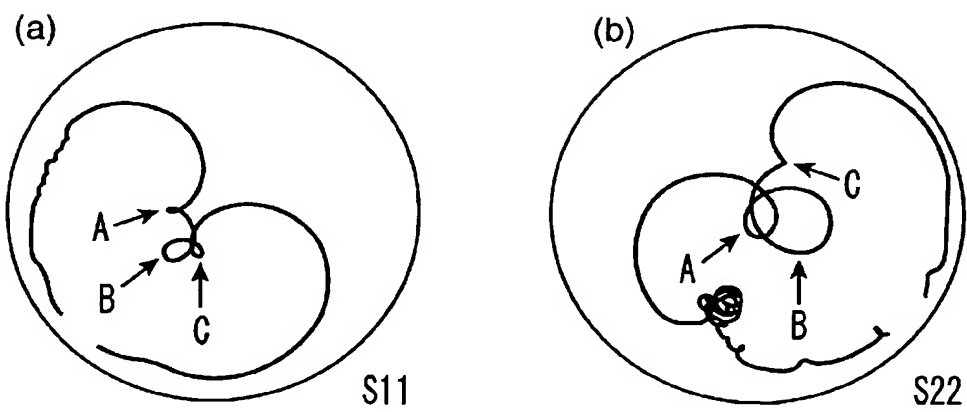
[図10]



[図11]

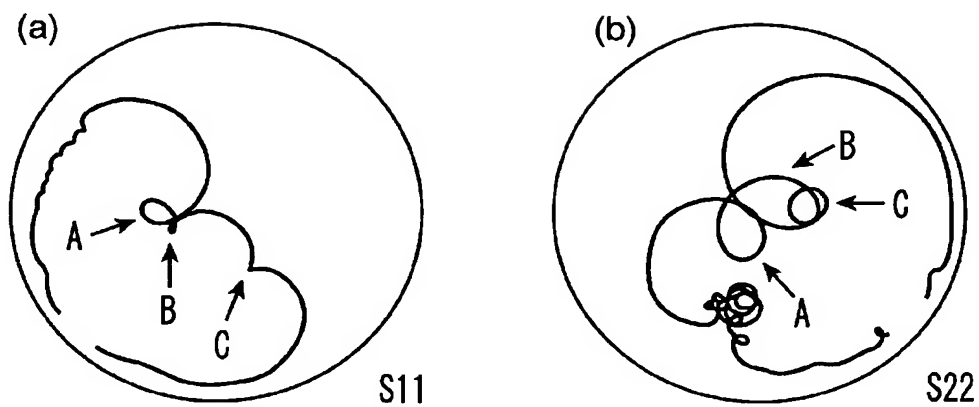


[図12]

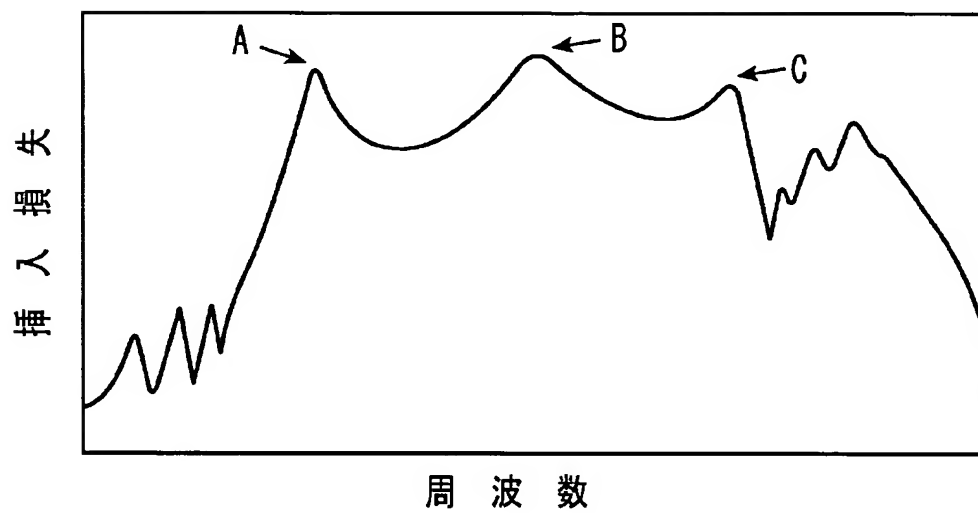




[図13]

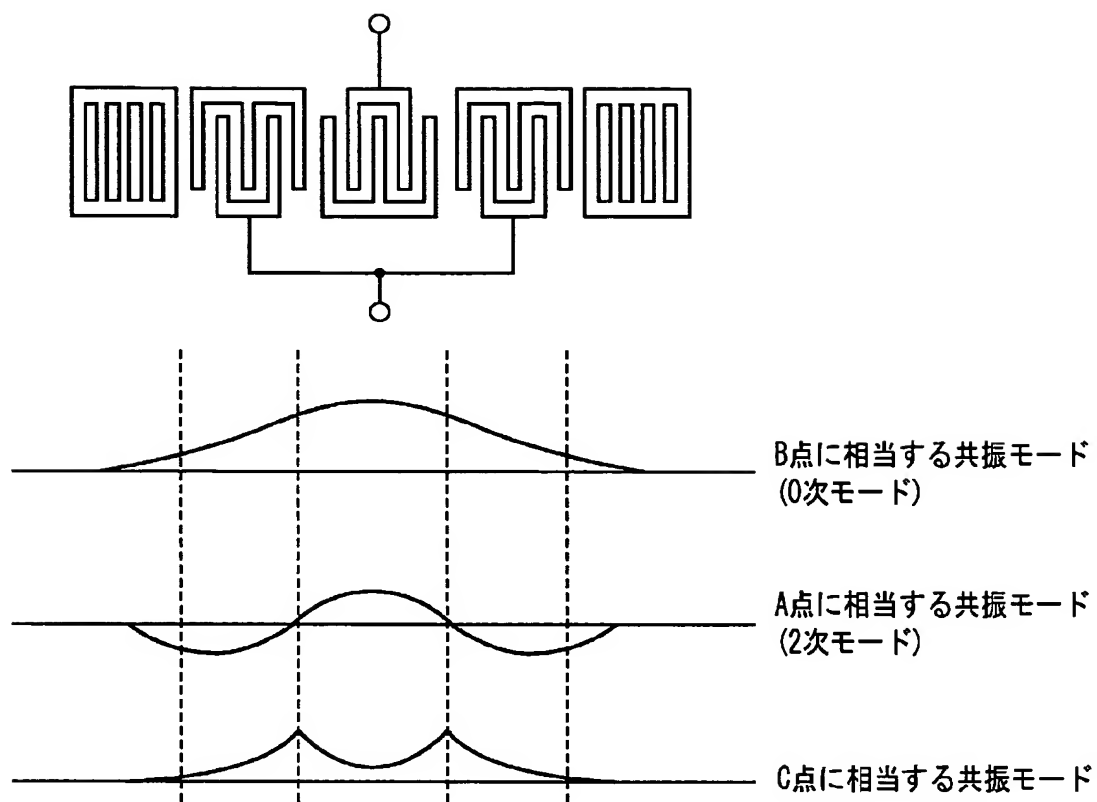


[図14]



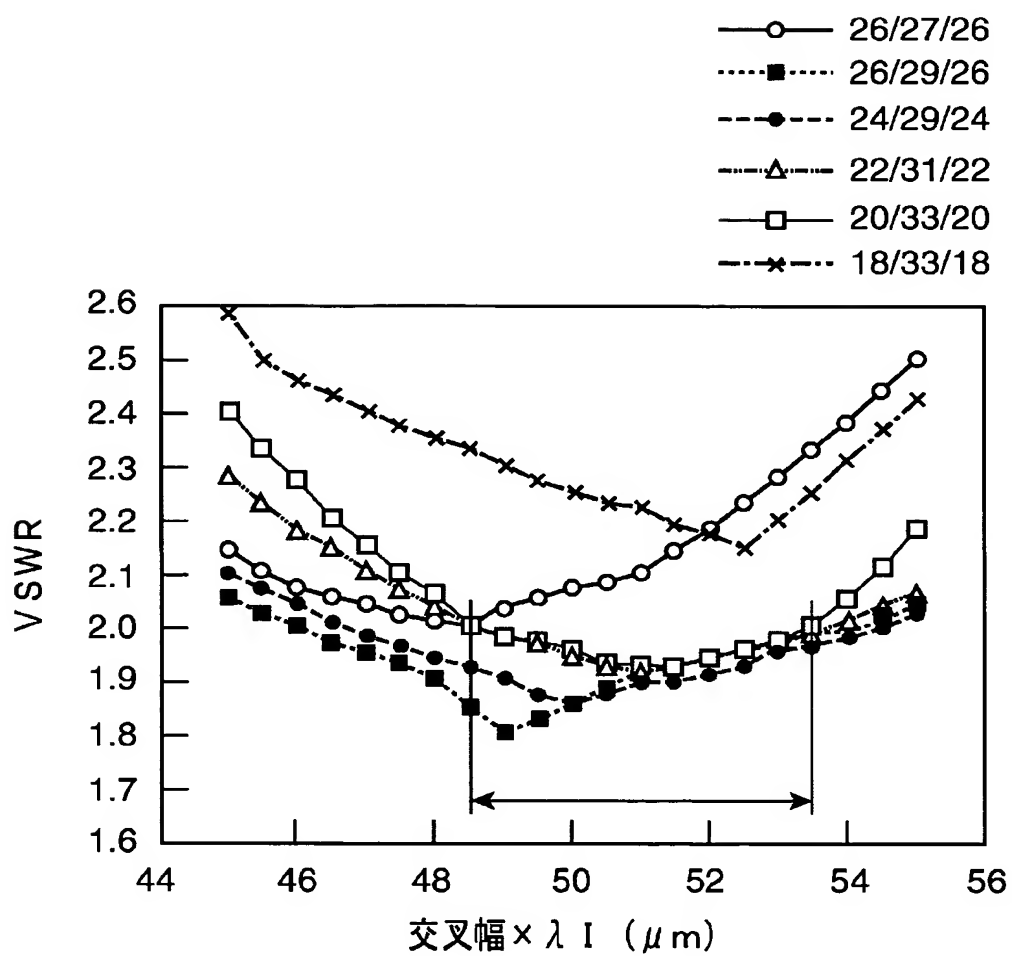


[図15]

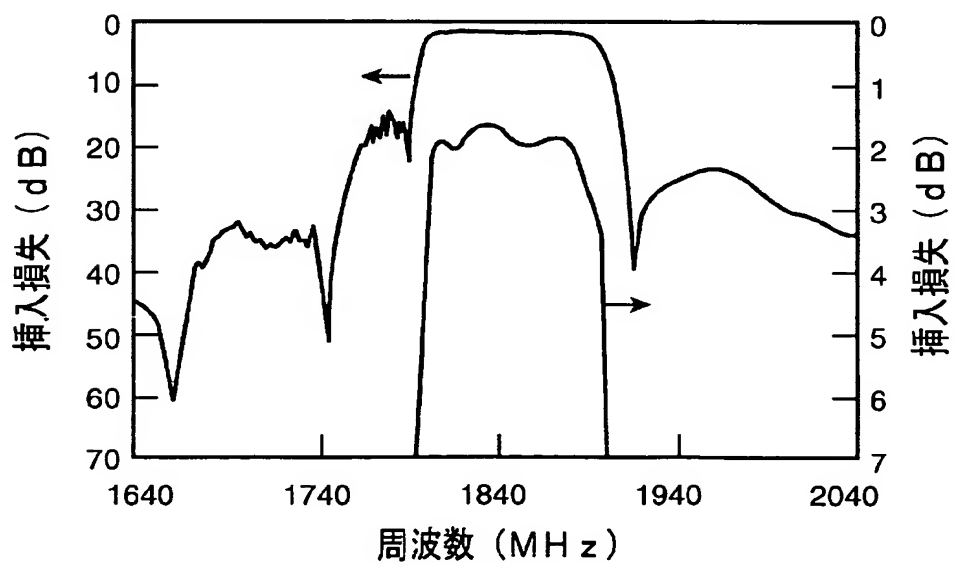




[図16]

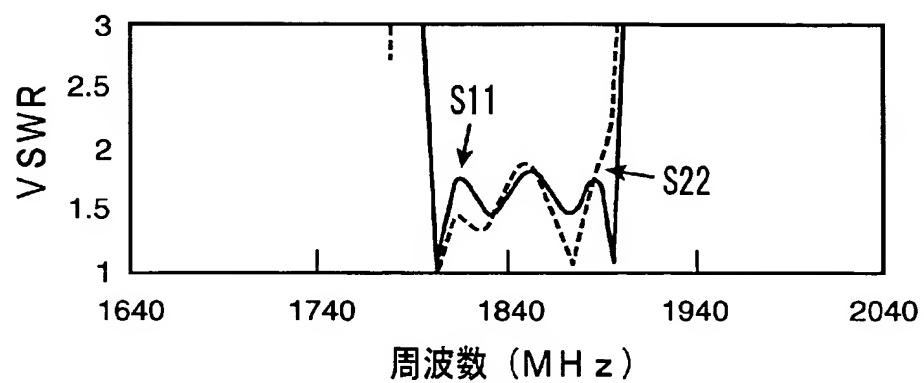


[図17]

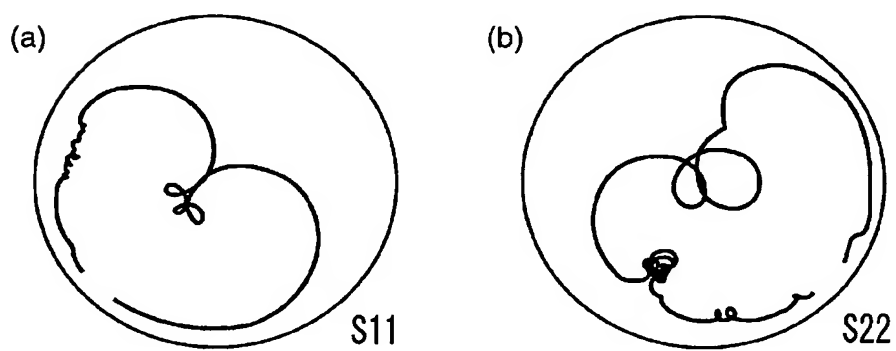




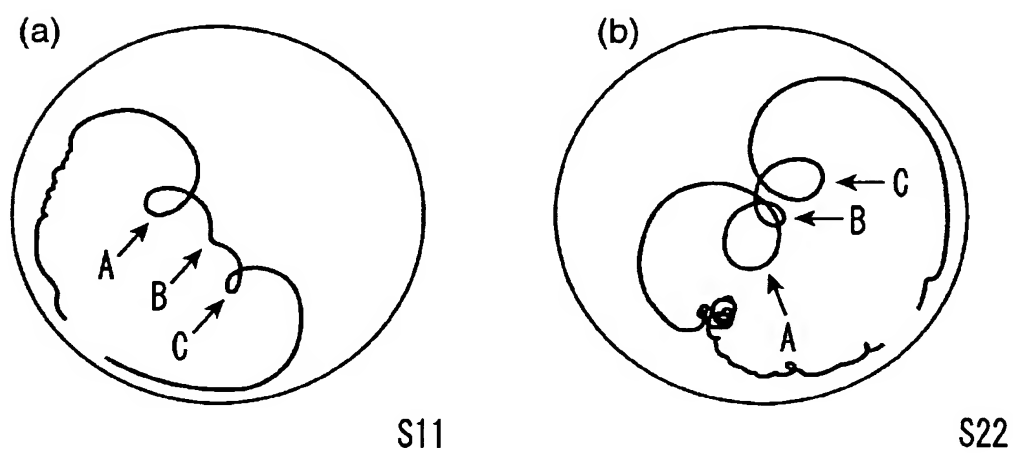
[図18]



[図19]

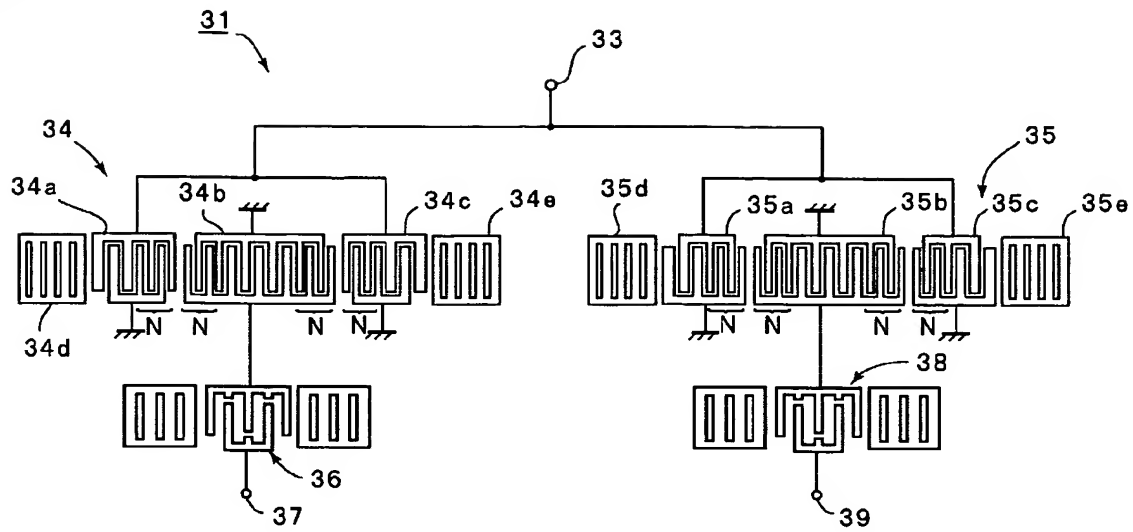


[図20]

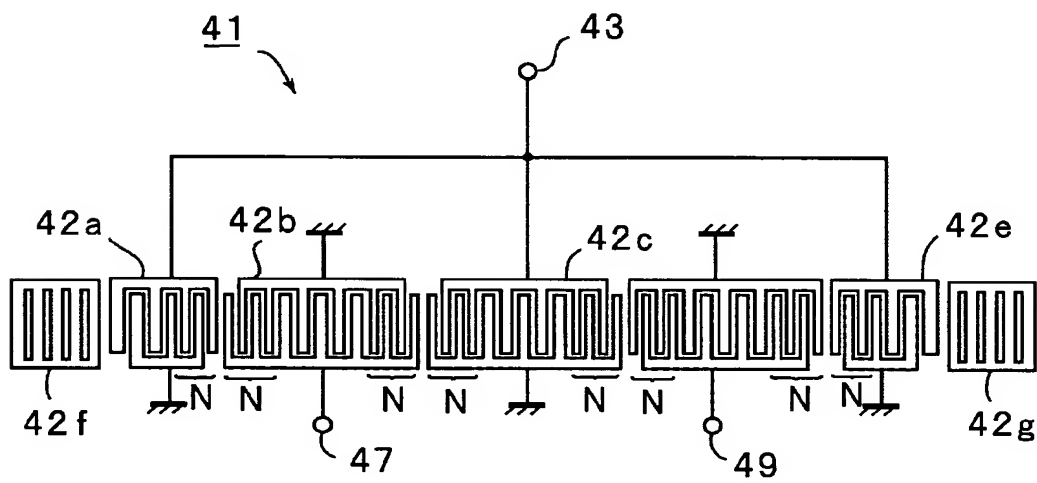




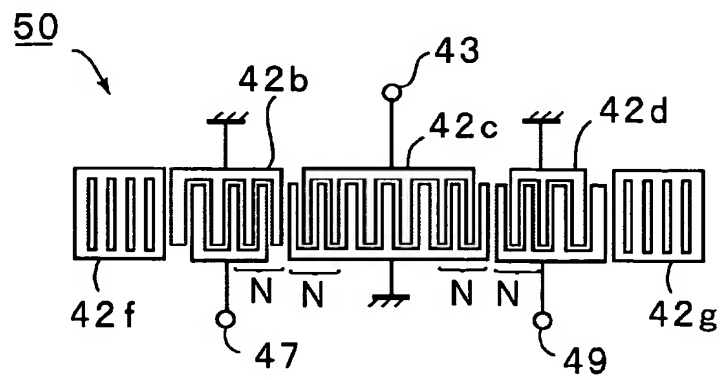
[図21]



[図22]

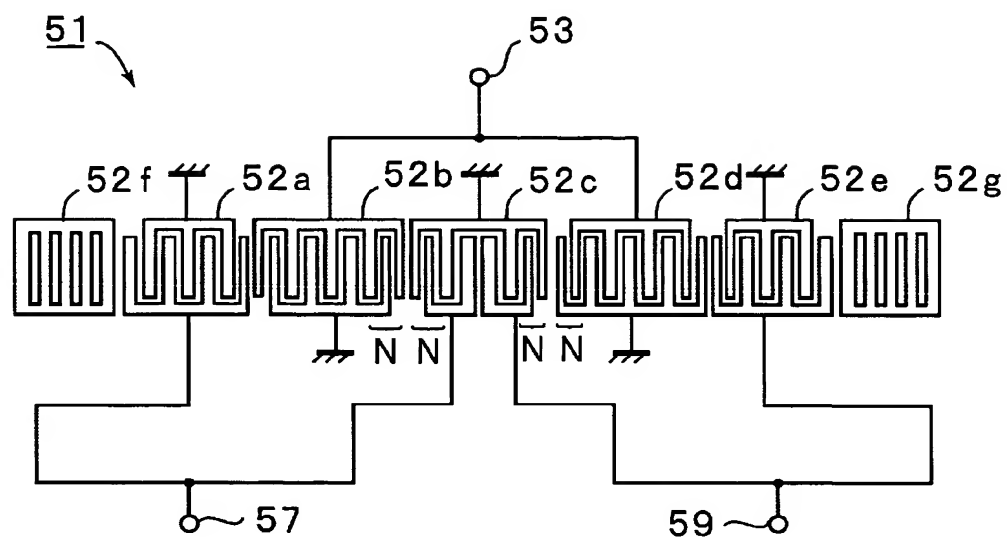


[図23]

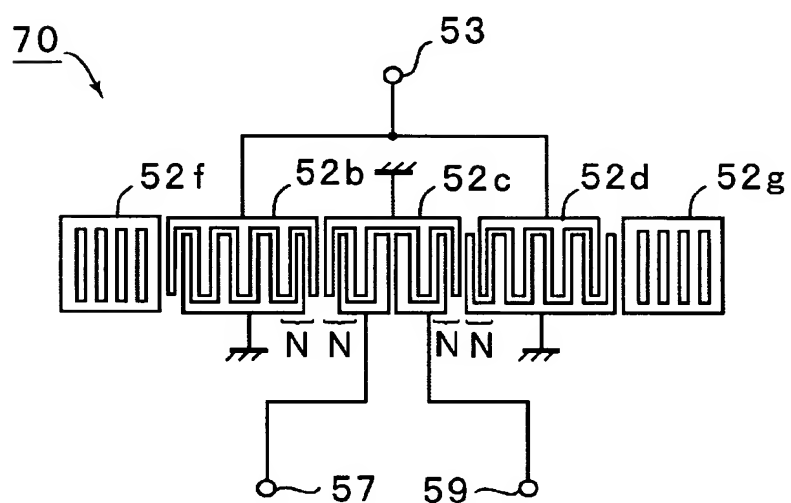




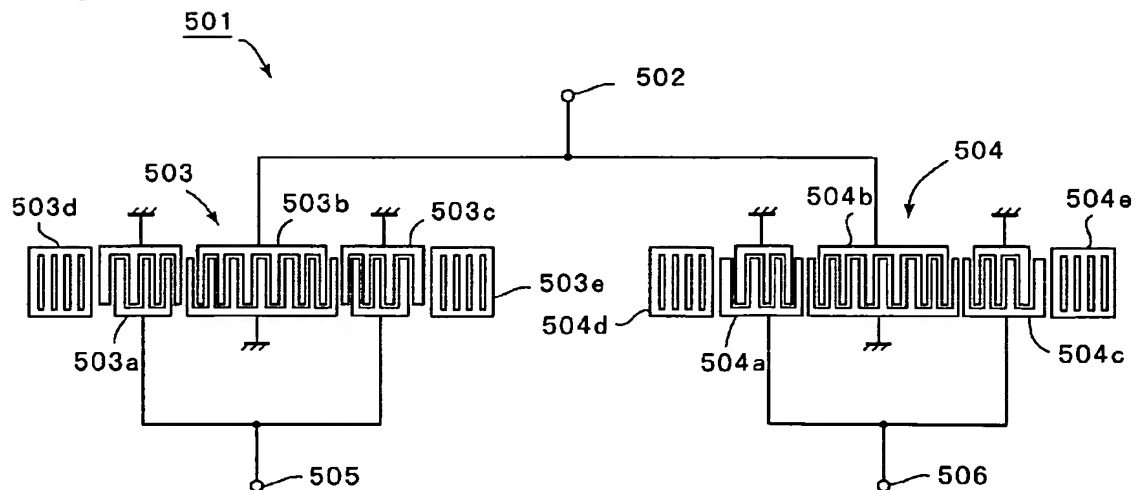
[図24]



[図25]

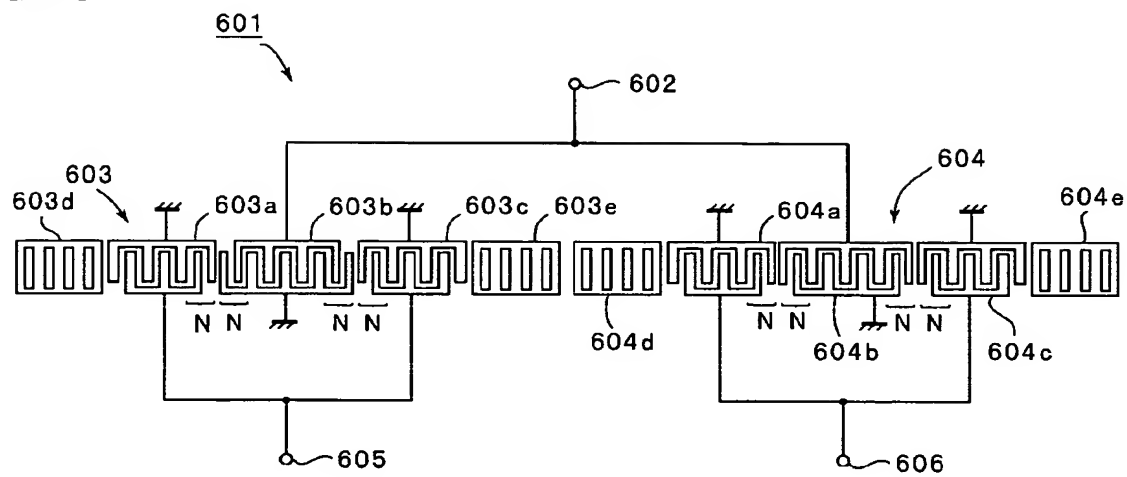


[図26]





[図27]





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/014672

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

**H03H9/64** (2006.01), **H03H9/145** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

**H03H9/64** (2006.01), **H03H9/145** (2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic database consulted during the international search (name of database and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-48675 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 12 February, 2004 (12.02.04), Full text; all drawings & GB 2388726 A & US 2003/0227359 A1 & CN 1461104 A	1-15
A	JP 3419402 B2 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 23 June, 2003 (23.06.03), Full text; all drawings & EP 1251637 A2 & US 2002/0175783 A1 & KR 2002081100 A & CN 1382004 A	1-15
A	JP 2002-111432 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 12 April, 2002 (12.04.02), Full text; all drawings & DE 10135953 A1 & US 2002/0021195 A1 & CN 1340916 A	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
30 November, 2005 (30.11.05)Date of mailing of the international search report  
13 December, 2005 (13.12.05)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. 瓜元MGイ34 (2006. 01), H03H9/145 (2006. 01)											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) 血t.Cl. H03H9/145 (2006. 01), H03H9/145 (2006. 01)											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2005年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2005年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2005年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2005年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年										
日本国公開実用新案公報	1971 - 2005年										
日本国実用新案登録公報	1996 - 2005年										
日本国登録実用新案公報	1994 - 2005年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリーホ	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号									
A	JP 2004 - 48675 A (株式会社村田製作所) 2004.02.12 全文, 全図 & GB 2388726 A 及 US 2003/0227359 A1 & CN 1461104 A	1-15									
陀 C欄の続きにも文献が列挙されている。         じー パテントファミリーに関する別紙を参照。											
ホ 引用文献のカテゴリー IAJ 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの IEJ 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの ILJ 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) IOJ 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 IPJ 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の役に公表された文献 ITJ 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの IXJ 特に関連のある文献であって、当議文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの IYJ 特に関連のある文献であって、当議文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの I&J 同一パテントファミリー文献											
国際調査を完了した日 30.11.2005		国際調査報告の発送日 13.12.2005									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 井上 弘豆	5W 3248								
		電話番号 03-3581-1101 内線	3574								



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 3 4 1 9 4 0 2 B 2 (株式会社村田製作所) 2 0 0 3 . 0 6 . 2 3 全文, 全図 & E P 1 2 5 1 6 3 7 A 2 & U S 2 0 0 2 / 0 1 7 5 7 8 3 A 1 & K R 2 0 0 2 0 8 1 1 0 0 A & C N 1 3 8 2 0 0 4 A	1-15
A	J P 2 0 0 2 - 1 1 1 4 3 2 A (株式会社村田製作所) 2 0 0 2 . 0 4 . 1 2 全文, 全図 & D E 1 0 1 3 5 9 5 3 A 1 & U S 2 0 0 2 / 0 0 2 1 1 9 5 A 1 & C N 1 3 4 0 9 1 6 A	1-15



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**